ZEITSCHRIFT
für
Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie)
und
Pflanzenschutz

47. Jahrgang. November 1937 Heft 11.

Originalabhandlungen.

Kupfergehalt, Kupferbedarf und Kupferaneignungsvermögen verschiedener Hafersorten als Grundlage für die Züchtung gegen die Heidemoorkrankheit widerstandsfähiger Sorten.

Von Bernhard Rademacher.

(Aus dem Institut für Pflanzenkrankheiten der Universität Bonn.)

Mit 1 Abbildung.

Ebenso wie die einzelnen Pflanzenarten auf Kupfermangelböden sehr verschieden stark unter der Heidemoorkrankheit (Urbarmachungskrankheit) leiden, zeigen sich auch innerhalb der Art bei den einzelnen Varietäten (Sorten) Unterschiede. Beim Hafer habe ich mehrjährige Untersuchungen über das unterschiedliche Verhalten der Sorten durchgeführt (Rademacher 3—5). Im ganzen wurden 231 Hafersorten geprüft. Als Ergebnis der bisher nur z. T. veröffentlichten Untersuchungen läßt sich feststellen, daß es neben einer Vielzahl sehr „anfälliger" Hafersorten auch solche mit hoher „Widerstandsfähigkeit gegen die Heidemoorkrankheit" gibt. Diese gehören sämtlich den nordwesteuropäischen frühreifen schwarzen Moorhafern an, deren Ursprungszentrum in einem Gebiete liegt, in welchem die Kupfermangelböden weit verbreitet sind. Wir haben hier eine deutliche „Auslese vom Boden her" vor uns.

Für die Nutzung der Kupfermangelböden wird der Anbau „widerstandsfähiger" bzw. „angepaßter" Sorten auch dann noch eine große Rolle spielen, wenn die Kupferdüngung sich allgemein durchgesetzt hat. Da die Moorhafer einschließlich der wenigen aus dieser Gruppe vorhandenen Zuchtsorten manche unerwünschte Eigenschaft haben, ist ihre Verbesserung durch Kreuzungszucht unter Beibehaltung derjenigen Eigenschaften, welche sie für ihre Heimatböden geeignet machen, anzustreben. Die Grundlage für eine dahingehende züchterische Arbeit muß die Klärung der Frage sein, worauf die höhere „Widerstands-

fähigkeit" bestimmter Hafersorten gegen die Heidemoorkrankheit beruht. Hierüber wird im folgenden zu berichten sein.

Da die Heidemoorkrankheit (Urbarmachungskrankheit) auf Kupfermangel beruht (Brandenburg 1, Sjollema 7, Rademacher 6), bestehen für das verschiedene Verhalten der Sorten folgende Möglichkeiten:

1. Es kann ein verschieden hoher Kupferbedarf der Sorten vorliegen.
2. Es kann sich um ein verschieden hohes Aneignungsvermögen für Bodenkupfer handeln.

Die Frage nach dem Kupferbedarf der verschiedenen Hafersorten mußte sich auf natürlichen Böden klären lassen, die keinerlei Kupfermangelerscheinungen aufwiesen und durch Kupferzugaben auch keine deutlichen Ertragssteigerungen ergaben. Bei Vorhandensein eines unterschiedlichen Kupferbedarfs müßten auf solchen Böden die kupferbedürftigen Sorten einen höheren Kupfergehalt als die weniger kupferbedürftigen aufweisen.

Um Fehlschlüsse auszuschalten, führte ich die Untersuchungen zu dieser Frage unter recht verschiedenen Bedingungen durch und zwar

1. mit verschiedenen Sorten, sowohl „anfälligen" wie auch „widerstandsfähigen",
2. auf verschiedenen Böden und
3. unter möglichst gleichen Bodenbedingungen in zwei verschiedenen Jahren.

Die benutzten Sorten lasse ich mit gleichzeitiger kurzer Kennzeichnung folgen:

„Anfällige" Sorten:

Probsteier Hafer, eine inzwischen aufgegebene Züchtung aus dem alten Probsteier Landhafer, welcher der Stammvater zahlreicher erfolgreicher Hafersorten gewesen ist, zu denen auch der Siegeshafer gehört. Eine starkstrohige, nur schwach bestockungsfähige Form mit großen Steif- bis Buschrispen und gelblichweißem Korn, mit hohem Wasserbedürfnis und starker Flissigkeitsneigung, der sein Leistungsoptimum auf guten Böden in feuchtem Klima (Küstengebiete) findet.

Mahndorfer Victoria-Weißhafer II, aus dem Probsteier entstanden und diesem im physiologischen Verhalten ähnlich, als Züchtung inzwischen ebenfalls aufgegeben.

von Lochows Gelbhafer, der bekannte, aus dem märkischen Sandgebiet stammende gelbkörnige Hafer mit großer ökologischer Streubreite und ziemlich hoher Dürrefestigkeit.

„Widerstandsfähige" Sorten:

Rotenburger Schwarzhafer, eine Züchtung (Liniengemisch) aus den frühreifen, lagerschwachen, schlaffrispigen und dunkelkörnigen „Moorhafern" in diesem Falle Nordhannovers, die, soweit sich verfolgen läßt, auf Moor- und Heideböden zu Hause sind. Kennzeichnend sind „Anspruchslosigkeit" und Dürrefestigkeit (geringe Flissigkeitsneigung).

Holländischer schwarzer Präsidenthafer, aus holländischen Moor-Landhafern entstanden und dem Rotenburger Schwarzhafer morphologisch und physiologisch sehr ähnlich.

Avena strigosa, der Rauh- oder Sandhafer. Diese Haferart bezog ich mit in die Untersuchungen über die *Avena sativa*-Sorten ein, weil ihr Rückzugsgebiet eines einst über weite Teile Norddeutschlands verbreiteten Anbaues sich heute mit den extremsten Kupfermangelböden deckt und die Pflanze als noch „widerstandsfähiger" gelten muß als die eben genannten „Moorhafer" der Art *Avena sativa*. Von einem solchen Boden (Lütjenholm, Krs. Husum) stammt auch das Ausgangsmaterial für die Versuche. Vier von den genannten Sorten, nämlich Probsteier, v. Lochows Gelbhafer, Rotenburger Schwarzhafer und *Avena strigosa* baute ich mehrere Jahre hintereinander je auf einem normalen Mineralboden, auf Niederungsmoor (mit Manganmangel) und auf Heidemoorboden (mit Kupfermangel) in kleinen Parzellen an. Wir schließen hier den Kupfermangelboden aus und bringen nur die Ergebnisse von den beiden anderen Bodenarten:

Kitzeberg bei Kiel, Krs. Plön, schwach saurer Moränen~~lehm~~boden.

Heikendorf bei Kiel, Krs. Plön, kalk- und nährstoffreiches Niederungsmoor, auf dem Dörrfleckenkrankheit stets aufzutreten pflegt.

Reesdorf, Krs. Plön, ebenfalls Niederungsmoor mit etwas schwächerem Auftreten der Dörrfleckenkrankheit.

Dazu trat als vierter Boden noch

Bonn-Poppelsdorf, ein kalk- und nährstoffreicher, humoser Lößlehm.

Zur Untersuchung gelangte Material aus dem Anbau in Kitzeberg in den Jahren 1935 und 1936[1]), in Heikendorf 1935, in Reesdorf 1936[1]) und in Bonn 1936. Das Jahr 1935 war seinem Witterungscharakter nach im wesentlichen trocken, 1936 dagegen in Bonn naß, in Holstein normal.

Stroh und Korn wurden getrennt untersucht, auf eine Untersuchung der Wurzeln mußte verzichtet werden. Der Strohernte wurden zur Untersuchung von verschiedenen Stellen ganze Halme entnommen, die dann zusammen gemahlen wurden. Die Kornproben wurden nach

[1]) Den Anbau der vier Hafer in Kitzeberg und Reesdorf führte 1936 H. Bockmann für mich durch, wofür ich ihm auch an dieser Stelle danke.

sorgfältiger Mischung der Gesamtparzellenernte entnommen und ebenfalls gemahlen. Es wurden jeweils 10 g lufttrockene Substanz für eine Analyse herangezogen. Im allgemeinen wurden je Probe zwei Analysen durchgeführt, nur in Zweifelsfällen mehr. Das Untersuchungsmaterial wurde bei schwacher Rotglut im elektrischen Ofen verascht und dann nach der Methode von Elvehjem und Lindow (2) analysiert[1]. Die Untersuchung der Endlösung geschah im Zeiß-Pulfrich-Photometer unter Benutzung des Filters S 47, das sich für alle vorkommenden Kupfermengen als ausreichend erwies. Es ist wichtig, daß die verwendeten Gefäße, insbesondere die Veraschungsschalen, nach den Angaben von Elvehjem und Lindow (2) zuvor entkupfert werden, und daß mit doppelt destilliertem Wasser gearbeitet wird, wobei mindestens die zweite Destillation über Glas erfolgt sein muß.

Die Ergebnisse der Analysen bringt die folgende Übersicht 1.

Übersicht 1.

Kupfergehalt gegen Heidemoorkrankheit „anfälliger" und „widerstandsfähiger" Hafersorten auf kupferhaltigen Böden.

Jahr	Ort und Boden	Sorte	Kupfergehalt in mg je kg Trockensubstanz	
			Stroh	Korn
1935	Kitzeberg (Lehmboden)	Probsteier	4,96	7,04
		v. Lochows	4,28	7,08
		Rotenburger	3,06	12,84
		Avena strigosa	5,73	10,37
1936	Kitzeberg (Lehmboden)	Probsteier	5,08	4,33
		v. Lochows	5,59	4,19
		Rotenburger	4,91	9,85
		Avena strigosa	7,88	8,79
1935	Heikendorf (Niederungsmoor)	Probsteier	4,30	7,43
		v. Lochows	6,99	6,34
		Rotenburger	7,26	14,17
		Avena strigosa	8,34	10,01
1936	Reesdorf (Niederungsmoor)	Probsteier	7,04	6,90
		v. Lochows	5,66	5.62
		Rotenburger	5,59	13,52
		Avena strigosa	9,46	12,26
1936	Bonn (Lößlehm)	Mahndorfer Weißhafer	5,55	7,06
		Holl. schw. Präsident	3,06	13,15

[1]) Soweit nicht anders vermerkt, wurde die Bestimmung des Cu auch in allen folgenden Versuchen nach dieser Methode durchgeführt.

Eine Durchsicht der Zahlen zeigt, daß die „anfälligen“ Sorten auf normalen Böden keinesfalls einen höheren Kupfergehalt zeigen als die „widerstandsfähigen“. Im Gegenteil ergibt eine genauere Gegenüberstellung einwandfrei, daß eher die letzten einen höheren Kupferbedarf haben: In der folgenden Übersicht ist der durchschnittliche Kupfergehalt je kg Trockensubstanz der vier in mehreren Versuchen gemeinsam angebauten Sorten, nach Korn und Stroh getrennt, errechnet:

Sorte	Stroh in mg	Korn in mg
Probsteier Hafer	5,34	6,43
v. Lochows Gelbhafer	5,64	5,81
Rotenburger Schwarzhafer	5,21	12,60
Avena strigosa	7,85	10,36

Die unter sehr verschiedenen Bedingungen gewonnenen Ergebnisse dieser Untersuchungen lassen zunächst einen Schluß auf den normalen Kupfergehalt des Hafers zu. Er schwankt bei *Avena sativa* in verhältnismäßig engen Grenzen beim Stroh von 3,06—7,26 mg je kg Trockensubstanz, beim Korn von 4,19—14,17 mg. Er ist im Korn also im großen Durchschnitt höher als im Stroh. Die untersuchte Form von *Avena strigosa* besitzt mit 5,73—9,46 mg beim Stroh und 8,79—12,26 mg je kg Trockensubstanz beim Korn im ganzen einen etwas höheren Kupfergehalt.

Die Schwankungen in den Werten sind nicht zufällige, sondern sind sortentypisch und, da sie auf allen Böden und in beiden Untersuchungsjahren gleichsinnig auftreten, erblicher Natur.

Würden die „anfälligen“ Sorten ein höheres Kupferbedürfnis haben, so müßten sie auf „gesundem“, also genügend kupferhaltigem Boden einen größeren Kupfergehalt als die widerstandsfähigen besitzen. Das ist aber nicht der Fall. Die Zahlen zeigen, daß unter recht verschiedenartigen Boden- und Witterungsverhältnissen der Kupfergehalt des Strohes bei anfälligen und widerstandsfähigen Sorten von *Avena sativa* ziemlich gleich ist. Die Kornanalyse ergab den überraschenden Befund, daß im Korn der Kupfergehalt gerade bei den widerstandsfähigen Sorten besonders hoch ist. Hierauf werden wir später noch zurückkommen. *Avena strigosa* hat bereits im Stroh einen höheren Kupfergehalt als die untersuchten *Avena sativa*-Formen.

Wir können demnach folgern: Die auf Kupfermangelböden versagenden Sorten des Hafers besitzen keinen höheren Kupferbedarf als die „widerstandsfähigen“. Ihre geringe Widerstandsfähigkeit gegen die Heidemoorkrankheit beruht also nicht auf einem höheren Kupferbedarf. Dabei

ist gleichgültig, wie wir die Rolle des Kupfers sehen, ob als reinen Nährstoff, als Katalysator oder als Kompensator gegenüber besonderen Schadwirkungen des ,,heidemoorkranken" Bodens.

Es war demnach zu untersuchen, ob den widerstandsfähigen Sorten ein höheres Kupferaneignungsvermögen zukommt. Diese Frage mußte sich im Gegensatz zu der eben behandelten auf Kupfermangelboden klären lassen.

1934 baute ich die F_3 einer Kreuzung Holländischer schwarzer Präsident (widerstandsfähig) × Mahndorfer Victoria Weißhafer II (stark anfällig) auf stark zur Heidemoorkrankheit neigendem Boden in Lütjenholm, Kreis Husum, an. Der Hafer erkrankte, wobei sich in der Population alle Übergänge von stark anfällig zu widerstandsfähig zeigten. Unmittelbar neben- und durcheinander standen also auf demselben Boden ,,gesunde" und ,,kranke" Pflanzen. Eine Anzahl von den beiden Extremen angehörenden Pflanzen wurden getrennt geerntet und deren Stroh nach der Xanthogenat-Methode von Tillmans und Strohecker (8) auf Kupfer untersucht. Die Analyse ergab für die widerstandsfähigen Pflanzen der Population 4,58 mg Cu je kg Trockensubstanz, für die nichtwiderstandsfähigen dagegen nur einen Gehalt von 1,60 mg. Damit war bereits wahrscheinlich gemacht, daß den widerstandsfähigen Pflanzen ein höheres Aneignungsvermögen für Cu zukommt. Wäre der nur bei den widerstandsfähigen Pflanzen vorhandene Kornertrag noch mit untersucht worden, würde sich der Unterschied noch deutlicher gezeigt haben.

Für eine genaue Untersuchung der Frage ist jedoch die Analyse von Freilandpflanzen nicht ausreichend. Es mußte außer dem Kupfergehalt der Pflanzen auch versucht werden festzustellen, wieviel Kupfer die verschiedenen Sorten einer gegebenen Menge Mangelbodens zu entziehen vermochten. Dafür erschien der Gefäßversuch mit einem Mangelboden geeignet.

Im Jahre 1935 führte ich an der Zweigstelle der Biologischen Reichsanstalt in Kitzeberg einen solchen mit den beiden Sorten Svalöfs Siegeshafer (stark anfällig) und Rotenburger Schwarzhafer (widerstandsfähig) auf Boden aus Lütjenholm in Mitscherlichgefäßen durch.

Die Gefäße erhielten folgende Düngung: 3,43 g NH_4NO_3, 2,78 g K_2SO_4, 6,7 g Thomasmehl (damit gleichzeitig Kalk und Mangan). Je zwei der Gefäße einer Sorte liefen ohne Kupfer, die beiden anderen erhielten je 0,67 g $CuSO_4 \cdot 5\,H_2O$. Je Gefäß wurden 22 Pflanzen ausgesät und nach drei Wochen auf 15 Pflanzen vereinzelt. Die Gefäße wurden zunächst reichlich gegossen, dann wurden, um das Auftreten der Mangelerscheinungen zu befördern, wiederholte Welkeperioden eingeschaltet. Die Symptome traten beim Siegeshafer ohne Kupfer sehr stark, bei Rotenburger dagegen erwartungsgemäß nur gering auf,

in den gekupferten Gefäßen blieben sie bei beiden Sorten ganz aus. Die Ergebnisse bringt die Übersicht 2.

Übersicht 2.

Ertrag, Kupfergehalt und Kupferentzug bei Siegeshafer und Rotenburger Schwarzhafer 1935.

Gef. Nr.	Sorte	Behandlung	Erträge in g lufttrockener Substanz					Kupfergehalt in mg je kg Trockensubst.		Kupferentzug je Gefäß in mg
			Korn	± m	Stroh	± m	Gesamt	Korn	Stroh	
161/162	Svalöfs Siegeshafer („anfällig")	— Cu	0.00	0.00	29.40	0.60	29.40	—	4.56	0.136
163/164		+ Cu	12.85	1.75	25.70	1.40	38.55	8.40	5.25	0.253
165/166	Rotenburger Schwarzhaf. („widerstandsfähig")	— Cu	12.65	1.45	23.70	2.00	36.35	7.99	5.33	0.227
167/168		+ Cu	16.90	0.50	25.35	0.85	42.25	9.85	6.22	0.324

Entsprechend den Beobachtungen während der Vegetation ergab die Ernte dieses Versuches, daß der „anfällige" Siegeshafer in den Mangeltöpfen überhaupt kein Korn hatte ausbilden können, der „widerstandsfähige" Rotenburger dagegen einen befriedigenden Ertrag brachte. Durch Kupferzufuhr konnte beim Siegeshafer normale Kornausbildung erzielt werden. Aber auch beim Schwarzhafer ließ sich der Kornertrag noch verbessern, ein Zeichen, daß auch er auf dem Mangelboden noch gelitten hatte.

Die Untersuchung des Kupfergehalts von Korn und Stroh der Pflanzen und der aus Kupfergehalt und Ernteertrag errechnete Kupferentzug je Gefäß zeigten einwandfrei, daß der widerstandsfähige Rotenburger Schwarzhafer deshalb schon in den Mangelgefäßen so relativ gut abschneidet, weil er auch diesem Boden noch beträchtliche Kupfermengen zu entziehen vermag. Der Siegeshafer dagegen besitzt dieses hohe Aneignungsvermögen nicht und versagt deshalb auf dem Mangelboden völlig. Wenn die absoluten Kupfermengen, um die es sich hier handelt, auch äußerst gering sind, so sind die Unterschiede zwischen beiden Hafern doch sowohl im Kupfergehalt je Trockensubstanz wie auch im Kupferentzug je Gefäß deutlich.

Im Jahre 1936 wurde der eben geschilderte Versuch mit den gleichen Sorten in erweiterter Form in Bonn noch einmal durchgeführt. Diesmal wurden Tongefäße nach Volk verwendet, die etwa 2 Liter Boden mehr fassen als die Mitscherlichgefäße. Der Boden stammte wie 1935

von Lütjenholm, und zwar diesmal von einer besonders schwer kranken Stelle. Die Düngung war wie folgt: 5 g NH_4NO_3, 6 g K_2HPO_4, 2 g $MgSO_4 \cdot 7\,H_2O$, 0,3 g $MnSO_4 \cdot 4\,H_2O$, 10 g $CaCO_3$. Es wurden je Gefäß 33 Pflanzen eingesät, von denen 25 stehen blieben. Die Wasserversorgung wurde wie 1935 durchgeführt, also zunächst reichlich, dann Trockenperioden. Die Kupfergaben wurden diesmal gestaffelt. Je Sorte erhielten vier Gefäße keinen Kupferzusatz, vier je 0,03 g $CuSO_4 \cdot 5\,H_2O$ und weitere vier 0,3 g $CuSO_4$, also die zehnfache Menge. Als Sorten wurden der dem Siegeshafer entstammende Deutsche Weißhafer (Dippe) und Rotenburger Schwarzhafer verwendet. Der Weißhafer erkrankte ungewöhnlich schwer und selbst beim Schwarzhafer traten in der ungekupferten Reihe starke Mangelsymptome auf. Die Ergebnisse bringt die Übersicht 3.

Übersicht 3.

Ertrag, Kupfergehalt und Kupferentzug bei Deutschem Weißhafer und Rotenburger Schwarzhafer 1936.

Gef. Nr.	Sorte	Behandlung	Erträge in g lufttrockener Substanz					Kupfergehalt in mg je kg Trockensubst.		Kupferentzug je Gefäß in mg
			Korn	± m	Stroh	± m	Gesamt	Korn	Stroh	
49/52	Deutscher Weißhafer („anfällig")	ohne $CuSO_4$	0.0	0.00	13.3	0.95	13.3	—	3.10	0.0387
53/56		0.03 g $CuSO_4$	0.1	0.00	33.0	0.39	33.1	—	9.26	0.2860
57/60		0.3 g $CuSO_4$	1.0	0.56	37.2	1.24	38.2	—	10.66	0.3801
61/64	Rotenburger Schwarzhafer („widerstandsfähig")	ohne $CuSO_4$	0.0	0.00	27.0	0.92	27.0	—	5.06	0.1270
65/68		0.03 g $CuSO_4$	22.2	1.02	33.1	0.66	55.3	9.73	8.80	0.4696
69/72		0.3 g $CuSO_4$	21.0	0.71	31.0	0.36	52.0	16.89	8.94	0.6809

Dieser Versuch ist in mehrfacher Hinsicht aufschlußreich. Zunächst zeigt er die außerordentlichen Ertragsunterschiede, welche sich auf einem extremen Mangelboden zwischen dem anfälligen und dem widerstandsfähigen Hafer ergeben. In den Gefäßen ohne Kupfer ist der Weißhafer sogar in der Strohproduktion sehr stark gehemmt (Abb. 1), und selbst bei Zuführung an sich ausreichender Kupfermengen gelingt ihm die Einleitung der generativen Phase nur unvollkommen: Die Kornerzeugung ist verschwindend gering. Wohl kommt es zur Rispenbildung, und in den Gefäßen mit der höchsten Kupfergabe auch zur Korn-

ausbildung, doch bleiben die Körner fast sämtlich in der Entwicklung stecken.

Ganz anders der Schwarzhafer. Wohl findet in den Mangelgefäßen auch bei ihm keine Kornausbildung statt, doch erreicht der Strohertrag fast den der Kupfergefäße (Abb. 1). Schon die geringe Gabe von 0,03 g Kupfersulfat je Gefäß genügt aber dann zur Erzeugung einer Kornernte, die auch durch die zehnfache Kupfergabe nicht mehr gesteigert wird, also wohl das Optimum unter den gegebenen Verhältnissen darstellt.

Die Ergebnisse der Analysen ergänzen das Bild in schöner Weise. In den Mangelgefäßen ist der Kupfergehalt je kg Trockensubstanz bei beiden Sorten niedrig, beim Schwarzhafer aber mit 5,06 mg deutlich höher als beim Weißhafer mit nur 3,10 mg. Berechnet man bei diesen beiden Gruppen den Gesamtkupferentzug je Gefäß, so wird



Abb. 1. „Anfälliger" Deutscher Weißhafer (linke Gruppe) und „widerstandsfähiger" Rotenburger Schwarzhafer (rechte Gruppe) auf „heidemoorkrankem" Boden. Jeweils links ohne, rechts mit 300 mg Kupfersulfat je Gefäß.

das Bild noch klarer. Der Schwarzhafer vermochte unter sonst völlig gleichen Bedingungen dem extremen Mangelboden mit 0,127 mg mehr als das dreifache an Kupfer zu entziehen, wie der Weißhafer mit nur 0,0387 mg je Gefäß. Wie außerordentlich gering diese Menge ist, wird erst klar, wenn man die Menge durch einen unserer Vorstellung geläufigeren Bruch darstellt. Es sind noch nicht $\frac{1}{25\,000}$ g Cu je Gefäß!

Die Zahlen geben einen klaren Beweis für das beträchtlich stärkere Aneignungsvermögen des „widerstandsfähigen" Rotenburger Schwarzhafers. Bei Zugabe von Kupfersulfat ist der Schwarzhafer sofort in der Lage, soviel davon aufzunehmen, wie zur Einleitung und Durchführung der generativen Phase nötig ist. Bei weiterer Erhöhung der Kupfergabe wird der aufgenommene Überschuß restlos im Korn ab-

gelagert. Der Weißhafer ist dagegen trotz überraschend hohen Kupfergehaltes des Strohes nicht zu normaler Kornausbildung imstande. Wie es kommt, daß trotz eines Kupfergehalts des Strohes, der höher ist als bei gesunden Pflanzen normaler Böden (s. Übersicht 1), kein Korn ausgebildet werden kann, ist Gegenstand weiterer Untersuchungen. Insbesondere wird das Studium des Verlaufs der Kupferaufnahme hier weitere Aufschlüsse geben können. Die Unterschiede im Kupferentzug je Gefäß sind bei den Gruppen mit Kupferzusatz nicht mehr so groß wie in der Mangelreihe. Doch bleibt auch hier der Weißhafer deutlich hinter dem Schwarzhafer zurück.

Zur weiteren Erhärtung des höheren Aneignungsvermögens des widerstandsfähigen Rotenburger Schwarzhafers seien noch die Ergebnisse eines Gefäßversuches mit Lütjenholmer Boden aus dem Jahre 1936 angeführt, die insofern besonderes Interesse verdienen, als bei diesem Versuch jeweils Pflanzen beider Sorten in einem Gefäß wuchsen. Ich ging dabei so vor, daß ich in jedem Gefäß die eine Hälfte mit Deutschem Weißhafer, die andere mit Rotenburger Schwarzhafer besäte. Beim Verziehen wurde dann darauf geachtet, daß von jeder Sorte eine genau gleiche Anzahl Pflanzen in einem Topf stand.

Je zwei Gefäße erhielten 2 × 10, zwei weitere 2 × 20 und die dritte Gruppe 2 × 30 Pflanzen. Die Zahl der Pflanzen je Gefäß wurde variiert, um festzustellen, wie sich bei Vermehrung der Pflanzenzahl je Fläche und damit der Wurzelmasse der Kupferentzug gestalten würde. Eine Kupferzugabe erfolgte nicht. Die Erntegewichte und der Kupfergehalt der Erntemasse nach Korn und Stroh getrennt wurden festgestellt und daraus der Kupferentzug je Gefäß für die beiden Sorten errechnet. Leider ging bei der Analyse das Material von Rotenburger Schwarzhafer Gruppe I (10 Pflanzen je Gefäß) verloren. Die Ergebnisse bringt die Übersicht 4.

Übersicht 4.

Kupferentzug durch Deutschen Weißhafer und Rotenburger Schwarzhafer bei verschiedener Bestandesdichte.

Gef. Nr.	Zahl der Pflanzen je Gefäß	Deutscher Weißhafer: Erträge in g		Deutscher Weißhafer: Cu-Gehalt in mg je kg Trockensubst.		Cu-Entzug je Gefäß in mg	Rotenburger Schwarzhafer: Erträge in g		Rotenburger Schwarzhafer: Cu-Gehalt in mg je kg Trockensubst.		Cu-Entzug je Gefäß in mg
		Korn	Stroh	Korn	Stroh		Korn	Stroh	Korn	Stroh	
192/193	10+10	0.0	4.9	—	5.25	0.024	1.7	17.6			
194/195	20+20	0.0	5.9	—	3.94	0.022	2.8	22.3	5.04	4.64	0.110
196/197	30+30	0.0	9.2	—	5.24	0.045	3.2	20.9	5.79	6.99	0.142

Auch in diesem Versuch zeigt sich die Überlegenheit des Rotenburger Schwarzhafers deutlich. Auf dem stark „kranken" Boden übersteigt die Leistung des Schwarzhafers die des Weißhafers sehr erheblich. Der Weißhafer wuchs derart kümmerlich und zeigte so starke Mangelsymptome, daß man geneigt ist, darin unmittelbare Wirkungen der Konkurrenz des Schwarzhafers zu sehen. Tatsache ist jedenfalls, daß nach den Ergebnissen von dem in Übersicht 3 dargestellten Versuch auf dem gleichen Boden bei getrenntem Wuchs in verschiedenen Gefäßen der Weißhafer 49,3% des Schwarzhaferertrages an lufttrockener Substanz lieferte, während er im vorliegenden Versuch bei gemeinsamem Anbau in denselben Gefäßen unter Zugrundelegung gleicher Pflanzenzahlen nur 23,8% von dessen Ertrag erreichte. Auch gelang dem Rotenburger in diesem Versuch eine wenn auch recht geringe Kornausbildung, zu der er es im Reinbestande nicht hatte bringen können.

Der Versuch zeigt ferner, daß bei beiden Sorten mit steigender Pflanzenzahl nicht etwa der Ertrag sinkt, sondern ansteigt. Auch der Kupferentzug je Gefäß steigt an, ein Beweis, daß noch Kupferreserven im Boden sind, die bei Erhöhung der Wurzelmasse erschlossen werden können.

Damit ist die Bedeutung einer starken Bewurzelung auf diesen Mangelböden klar. Gleichzeitig erhebt sich die Frage, ob vielleicht der Unterschied im Aneignungsvermögen für Kupfer bei widerstandsfähigen und anfälligen Sorten in einer besseren Bewurzelung der ersteren begründet ist. Ich führte daher 1936 in Gefäßen einen dahingehenden Versuch mit Siegeshafer und Rotenburger Schwarzhafer aus. Es wurde ein aus vier Teilen reinem Quarzsand (aus Frechen bei Köln) und einem Teil Gartenerde bestehender Boden verwendet. Die Düngung war die gleiche wie bei Versuch 3, dazu kam eine kleine Gabe Kupfersulfat von 100 mg je Gefäß. Als Mittel von je zwei Gefäßen mit je 25 Pflanzen wurden festgestellt:

Sorte	g lufttrockene Substanz je Gefäß		
	Korn ± m	Stroh ± m	Wurzeln ± m
Siegeshafer	6,5 ± 0,40	32,6 ± 0,50	11,9 ± 0,15
Rotenburger	10,1 ± 0,25	29,5 ± 1,55	10,7 ± 1,55

Bei diesem Versuch ließ sich also ein stärkeres Wurzelsystem bei dem widerstandsfähigen Rotenburger Schwarzhafer nicht nachweisen.

Es blieb noch zu untersuchen, inwieweit das stärkere Aneignungsvermögen der widerstandsfähigen Sorten mit

deren größerer Dürrefestigkeit in Zusammenhang steht. Die untersuchten widerstandsfähigen Sorten Rotenburger und Präsidenthafer sowie *Avena strigosa* sind recht dürrefest (Rademacher 5) und übertreffen darin die mituntersuchten nicht widerstandsfähigen Sorten einschließlich von Lochows Gelbhafer.

Zu diesem Zwecke wurde 1936 folgender Gefäßversuch durchgeführt: 24 Gefäße mit einer Mischung aus 1 Teil Frechener Sand und 2 Teilen stark „krankem" Lütjenholmer Boden wurden wie im eben besprochenen Versuch zur Hälfte mit Siegeshafer, zur Hälfte mit Rotenburger Schwarzhafer bestellt. Die Düngung war einheitlich. 12 Gefäße erhielten 100 mg Kupfersulfat je Gefäß, 12 andere blieben ohne Kupferzusatz. Je sechs ungekupferte und gekupferte Gefäße erhielten stets reichlich kupferfreies Gießwasser, die restlichen 12 wurden durch die ganze Vegetation hindurch knapp mit Wasser gehalten.

Es wurden wiederum Ertrag und Kupfergehalt von Korn und Stroh sowie der Kupferentzug je Gefäß festgestellt.

Übersicht 5.

Abhängigkeit der Kupferaufnahme von der Wasserversorgung bei Deutschem Weißhafer und Rotenburger Schwarzhafer.

Gef. Nr.	Behandlung		Deutscher Weißhafer: Ertrag in g, Korn	Deutscher Weißhafer: Ertrag in g, Stroh	Deutscher Weißhafer: Cu-Gehalt in mg je kg Trockensubst., Korn	Deutscher Weißhafer: Cu-Gehalt in mg je kg Trockensubst., Stroh	Cu-Entzug je Gefäß in mg	Rotenburger Schwarzhafer: Ertrag in g, Korn	Rotenburger Schwarzhafer: Ertrag in g, Stroh	Rotenburger Schwarzhafer: Cu-Gehalt in mg je kg Trockensubst., Korn	Rotenburger Schwarzhafer: Cu-Gehalt in mg je kg Trockensubst., Stroh	Cu-Entzug je Gefäß in mg
73/78	Wenig Wasser	ohne Cu	0.00	4.50	—	3.50	0.0148	0.50	19.70	0.00	4.41	0.0829
85/90		mit Cu	6.00	14.00	6.69	5.40	0.1062	6.40	13.00	16.20	6.12	0.1690
79/84	Viel Wasser	ohne Cu	0.00	7.40	—	3.91	0.0282	0.30	30.20	0.00	2.88	0.0818
91/96		mit Cu	11.80	20.50	6.10	6.16	0.1832	11.30	19.20	9.85	6.05	0.2107

In den Ertragsergebnissen dieses Versuches drückt sich genau wie in allen bisherigen wieder die große Empfindlichkeit des Deutschen Weißhafers (Siegeshafer) gegenüber Kupfermangel aus. Betrachtet man Kupfergehalt und Kupferentzug je Gefäß bei dieser wenig dürrefesten Sorte, so sieht man deutlich, wie stark bei ihr die Kupferaufnahme von ausreichender Bewässerung abhängig ist. In den stets reichlich mit Wasser versorgten Gefäßen der Mangelreihe wird das doppelte an Kupfer gegenüber

den Dürregefäßen aufgenommen. Bei Kupferzufuhr zeigt sich das gleiche Bild in abgeschwächtem Maße.

Anders der dürrefeste Schwarzhafer. Er vermag schon in den Dürregefäßen der Mangelreihe dem Boden beträchtliche Mengen Kupfers zu entziehen. Bei reichlicher Wasserversorgung steigert sich die Kupferaufnahme durchaus nicht in dem Maße wie bei Weißhafer. Weil er dürrefester ist, kann er dem Boden auch ohne höhere Feuchtigkeit größere Cu-Mengen entziehen.

Es wäre aber ein Trugschluß, wollte man daraufhin das höhere Cu-Aneignungsvermögen des Schwarzhafers einfach mit seiner größeren Dürrefestigkeit erklären. Wir sehen vielmehr, daß auch bei stets reichlicher Wasserversorgung der Schwarzhafer dem Weißhafer im Cu-Aneignungsvermögen noch fast um das dreifache überlegen ist.

Die praktischen Sortenbeobachtungen bestätigen diese Befunde. Die durch 8 Jahre mit insgesamt 231 Sorten durchgeführten Untersuchungen auf Kupfermangelböden, die erst zum Teil veröffentlicht sind (Rademacher 3—5) ergaben, daß zwar alle „widerstandsfähigen“ Sorten eine relativ hohe Dürrefestigkeit besitzen, daß aber nicht alle dürrefesten Hafer auch „widerstandsfähig“ sind. Starke Anfälligkeit und große Wasserbedürftigkeit gingen vielfach parallel.

Es sei ferner darauf hingewiesen, daß gerade die widerstandsfähigen Sorten sich durch hohe Saugkraft und durch extreme Frühreife auszeichnen. Es gibt jedoch Sorten mit ebenso hoher Saugkraft und mit noch kürzerer Vegetationszeit, die stark anfällig sind.

Zum Schluß erscheint es angezeigt, noch einmal auf die oben schon festgestellte Tatsache einzugehen, daß bei den Hafersorten mit höherem Kupferaneignungsvermögen der Kupfergehalt des Kornes und zwar sowohl auf gesundem wie auf „krankem“ Boden auffallend hoch ist. Während der Cu-Gehalt des Strohes bei diesen Sorten etwa dem der anfälligen Sorten gleicht, ja in manchen Fällen sogar überraschend niedrig ist (s. Übersicht 1. Rotenburger in Kitzeberg 1935, Präsident in Bonn 1936), übertrifft der Cu-Gehalt des Korns den entsprechenden der anfälligen Sorten um etwa das Doppelte. Dieser Befund läßt sich bei allen drei untersuchten Sorten auf jedem Boden und in beiden Versuchsjahren nachweisen, sodaß er nicht zufällig sein kann. Die Tendenz, die aufgenommenen Kupfermengen im Korn zu speichern, ist besonders deutlich bei Überschußaufnahmen, so in dem Steigerungsversuch Übersicht 3, wo die bei erhöhter Cu-Zufuhr aufgenommene größere Kupfermenge ausschließlich im Korn gespeichert wird. Wir müssen wohl annehmen, daß hier ein Zusammenhang mit dem Vermögen der widerstandsfähigen

Sorten zur Kornausbildung auch bei spärlichem Cu-Vorrat besteht, eine Fähigkeit, die den anfälligen Sorten selbst bei ziemlich hoher Cu-Aufnahme (Übersicht 3) noch abgeht.

Bei der „Korn"-Untersuchung auf Cu in den einzelnen Versuchen wurde stets das bespelzte Korn verstanden. Am Material des Anbauversuches auf Lehmboden in Kitzeberg 1936 wurden Korn und Spelzen gesondert auf ihren Gehalt an Kupfer untersucht. Das Ergebnis bringt die Übersicht 6.

Übersicht 6.

Kupfergehalt von Korn und Spelzen getrennt bei Probsteier Hafer und Rotenburger Schwarzhafer.

Sorte	Cu-Gehalt in mg je kg Trockensubstanz		
	besp. Korn	entsp. Korn	Spelzen
Probsteier Hafer	4,33	8,61	3,76
Rotenburger Schwarzhafer . .	9,85	13,86	4,09

Die Kupferspeicherung der widerstandsfähigen Sorten findet also, wie zu erwarten, im Korn selbst statt. Die Spelzen enthalten nicht mehr Cu als das Stroh. Es zeigt sich, daß auch die Weißhafer im entspelzten Korn relativ mehr Cu als im Stroh haben, was bei Untersuchung des bespelzten Kornes durch dessen Dickspelzigkeit verdeckt wurde. An das hohe Speicherungsvermögen des Schwarzhafers reichen sie aber nicht heran.

Der höhere Kupfergehalt des Korns gibt dem widerstandsfähigen Hafer von vornherein bei der Aussaat gegenüber dem anfälligen einen Wuchsvorsprung auf Mangelböden. Doch ist dieser selbstverständlich nicht so groß, daß er die „Widerstandsfähigkeit" als solche bedingt. Wesentlicher ist, daß der hohe Futterwert, welchen der Praktiker seit jeher dem Moorhafer zuspricht, vielleicht durch seinen hohen Kupfergehalt mitbedingt wird, denn auch das Tier braucht genau wie die Pflanze Kupfer zum Aufbau seines Körpers. Sind wir über den unterschiedlichen Gehalt der einzelnen Kulturpflanzensorten an Kernnährstoffen bisher nur durchaus ungenügend unterrichtet, so ist hier hinsichtlich der Spurenelemente noch völliges Neuland, dessen Erschließung uns aber manchen wertvollen Aufschluß verspricht.

Die vorliegenden Untersuchungen zeigen jedenfalls wieder, daß es falsch ist, physiologische Untersuchungen an einer Pflanzenart bei irgendeiner Sorte vorzunehmen und die Ergebnisse dann für die Art schlechthin zu verallgemeinern. Gerade im physiologischen Bereich bestehen so erhebliche Erbunterschiede innerhalb der Art, daß ein solches Vorgehen leicht zu einseitigen, ja zu Trugschlüssen führen kann.

Bedeutung der Befunde für die Züchtung.

Die Feststellung, daß die Unterschiede in der Anfälligkeit gegenüber der Heidemoorkrankheit bei Hafer auf einem verschieden hohen Aneignungsvermögen der einzelnen Züchtungen für Cu beruhen, ist für die Züchtung solcher widerstandsfähiger Sorten wesentlich. Denn wenn wir auch in der Kupferzufuhr ein einfaches und sicheres Mittel zur Ertragsverbesserung der Kupfermangelböden haben, so besitzt doch die Züchtung „widerstandsfähiger" Sorten für diese Böden eine erhebliche Bedeutung, denn nur solche Sorten werden die zugeführten Cu-Mengen auch unter schwierigen Umständen richtig ausnutzen und Unzulänglichkeiten in der Kupferdüngung ausgleichen können. Außerdem ist es selbstredend wirtschaftlicher, solche Sorten zu wählen, die das Bodenkupfer auszunutzen vermögen und schon mit geringen künstlich zugeführten Cu-Mengen auskommen.

Zusammenfassung.

An mehreren Hafersorten, die eine verschiedene „Widerstandsfähigkeit" auf Kupfermangelböden („heidemoor- oder urbarmachungskranken Böden") zeigen, wurden Untersuchungen über den normalen Kupfergehalt bei *Avena sativa* durchgeführt, die sich auf zwei Vegetationsjahre und verschiedenartige Böden erstreckten. Der Kupfergehalt ist eine sortentypische, erbliche Eigenschaft. Er schwankte in den durchgeführten Untersuchungen innerhalb der Art *Avena sativa* beim Stroh zwischen 3,06—7,26 mg, beim Korn zwischen 4,19—14,17 mg Kupfer je kg Trockensubstanz. Bei dem mituntersuchten gegen die Heidemoorkrankheit besonders widerstandsfähigen Rauhhafer *Avena strigosa* betrugen die Werte für das Stroh 5,73—9,46, für das Korn 8,79—12,26 mg Cu je kg Trockensubstanz. Bei allen Hafersorten ist der Kupfergehalt des Korns im Durchschnitt höher als der des Strohes. Während aber die Unterschiede zwischen Korn und Stroh bei den anfälligen Sorten gering sind, sind sie bei den widerstandsfähigen Moorhafern (sowie bei *Avena strigosa*) beträchtlich. Diese Sorten besitzen ein hohes Speicherungsvermögen für Kupfer im Korn. Der Kupfergehalt der Kornspelzen ist nicht höher als der des Strohes.

Die auf Kupfermangelböden versagenden Sorten zeigen auf normalen Böden keinen höheren Kupfergehalt als die „widerstandsfähigen". Daraus wird geschlossen, daß die Unterschiede in der Widerstandsfähigkeit nicht in einem verschiedenen Kupferbedarf der Sorten zu suchen sind. Durch mehrere Versuche wird vielmehr nachgewiesen, daß den widerstandsfähigen Sorten ein höheres Aneignungsvermögen für Bodenkupfer zukommt. Dieses scheint rein physiologisch bedingt zu sein, da sich eine größere Wurzelmasse für die widerstandsfähigen Sorten

nicht nachweisen ließ. Es hängt bis zu einem gewissen Grade mit deren Dürrefestigkeit zusammen, bleibt jedoch auch unter optimalen Feuchtigkeitsverhältnissen bestehen.

Die Erkenntnis, daß die Widerstandsfähigkeit bestimmter Hafersorten gegen die Heidemoorkrankheit (Urbarmachungskrankheit) auf erblichen Unterschieden im Aneignungsvermögen für Bodenkupfer besteht, ist eine wichtige Grundlage für die Züchtung widerstandsfähiger Sorten.

Schriftenverzeichnis.

1. Brandenburg, E., Onderzoekingen over ontginningsziekte II. Tijdschrift over Plantenziekten, **39**, 189—192, 1933.
2. Elvehjem, C. A. and C. W. Lindow, The determination of copper in biological materials. Jour. Biol. Chem., **81**, 435, 1929.
3. Rademacher, B., Erfahrungen über Auftreten und Verhütung der Urbarmachungskrankheit (Weißseuche) in Schleswig-Holstein. Nachrichtenbl. f. d. dtsch. Pflanzenschutzdienst, **11**, 10—13, 1931.
4. —— Praktische Möglichkeiten zur Verhütung und Bekämpfung der Urbarmachungskrankheit. Fortschr. d. Landw., **7**, 457—461, 1932.
5. —— Genetisch bedingte Unterschiede in der Neigung zu physiologischen Störungen beim Hafer (Flissigkeit, Dörrfleckenkrankheit, Urbarmachungskrankheit, Blattröte). Ztschr. f. Züchtung A Pflanzenzüchtung, **20**, 210—251, 1935.
6. —— Die Heidemoorkrankheit (Urbarmachungskrankheit) unter besonderer Berücksichtigung der Kupferfrage. Arb. a. d. Biol. Reichsanst., **21**, 531—603, 1936.
7. Sjollema, B., Kupfermangel als Ursache von Krankheiten bei Pflanzen und Tieren. Biochem. Ztschr., **267**, 151—156, 1933.
8. Tillmans, J. und R. Strohecker, Über Krause-Milchpulver. Ztschr. f. Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel, **47**, 413 ff., 1924.

Erfahrungen und Massnahmen bei der Bekämpfung des Kartoffelnematoden (Heterodera schachtii rostochiensis).

Von Werner Ext, Pflanzenschutzamt Kiel, und Hans Goffart, Dienststelle f. Nematodenforschung bei der Zweigstelle Kiel der Biolog. Reichsanstalt.

Mit 6 Abbildungen.

Nachdem der Kartoffelnematode (*Heterodera schachtii rostochiensis* Wr.) 1928 auch in Schleswig-Holstein auf kleingärtnerisch genutzten Bodenflächen nachgewiesen worden war, setzte alsbald eine vermehrte wissenschaftliche Forschungsarbeit über diesen Schädling ein, die dem einen von uns (Goffart) übertragen wurde. Gleichzeitig ergab sich für den praktischen Pflanzengesundheitsdienst (Ext) die Notwendigkeit, die wissenschaftlichen Feststellungen möglichst schnell nutz-

bringend in die breite Masse des Volkes zu tragen und damit den Kampf gegen den Kartoffelnematoden planmäßig zu organisieren.

Im folgenden soll über einige dabei gesammelte Erfahrungen sowie über die Organisation des Überwachungs- und Bekämpfungsdienstes berichtet werden.

Das Arbeitsziel bestand zuerst darin, die bekannten Nematodenherde auf mehrere Jahre für den weiteren Kartoffelanbau zu sperren und die Gefahr einer Verschleppung nach Möglichkeit einzudämmen. Um dies zu erreichen, mußten zunächst Erhebungen über die Ausbreitung der Krankheit angestellt werden. Da mit dem Auftreten der Seuche am ehesten an solchen Orten zu rechnen war, die zahlreiche, besonders ältere Kleingartenkolonien besitzen, wurden diese vorwiegend aufgesucht. Die



Abb. 1. Kartoffelnematodenherd. (Phot. Wulf.)

von den Verfassern gemeinsam durchgeführten Besichtigungen erfolgten in Zusammenarbeit mit den Ortspolizeibehörden und der jeweils für den Bezirk zuständigen Landwirtschaftsschule als Bezirksstelle für Pflanzenschutz. Ferner beteiligten sich an den Fahrten Herr Dr. Lindemuth vom Pflanzenschutzamt Kiel, der sich besonders für den Anbau von Ersatzpflanzen einsetzte. Hinzugezogen wurden zu den Besichtigungen meist auch die Führer der örtlichen Kleingartenvereine und die Obleute der einzelnen Kolonien, soweit solche bestellt waren. Nach dem Ergebnis dieser Erhebungen trat die Krankheit fast ausschließlich auf leichtem Boden auf und rief hier besonders an Frühkartoffeln erhebliche Verluste hervor (Abb. 1). Nicht selten wurde an den Stauden selbst

kurz vor der Reife ein nur erbsengroßer Knollenansatz gefunden. Vielfach hatten Kleingärtner, die das Kümmern ihres Kartoffelbestandes schon in den Vorjahren bemerkt hatten, durch eine reichliche Stickstoffdüngung oder Kalkgabe eine Abhilfe herbeizuführen versucht. An solchen Stellen wurden zwar üppig im Kraut stehende Kartoffelpflanzen beobachtet, die beim Aufnehmen einen äußerst starken Zystenbesatz, aber kaum einen Knollenansatz aufzuweisen hatten (Abb. 2). Andere Anbauer hatten in der Annahme, dadurch eine größere Ernte zu erzielen, statt einer etwa eigroßen Pflanzknolle mehrere, z. T. bis zu 6 (!) Knollen in ein Pflanzloch gelegt. Oder sie hatten zwischen die Kartoffelreihen Kohl oder anderes Gemüse gepflanzt (Abb. 3). Auffällig war weiterhin das oft gleichzeitige Auftreten des Pilzes *Rhizoctonia solani* K. in Form der sog. „Weißhosigkeit" am Stengelgrund nematodenkranker Pflanzen, eine Erscheinung, auf die auch andere Forscher[1]) bereits mehrfach hingewiesen haben und die auf verseuchten Flächen immer wieder beobachtet werden kann.



Abb. 2. Wirkung einer starken Stickstoffdüngung im Nematodenherd. Starke Krautentwicklung, aber kein Knollenansatz. (Die im Bilde sichtbare Kartoffelknolle ist die Mutterknolle.) (Phot. B.R.A.)

Die Befallsstärke war nach unseren Erhebungen sehr verschieden. Vielfach wurden in abgeschlossenen Kolonien ein oder zwei kleinere, oft nur 20 bis 30 qm große, verseuchte Flächen angetroffen, die natürlich für das noch gesunde Gelände eine große Gefahr darstellten. In anderen Fällen waren mehrere zusammenhängende Gärten bereits restlos von dem Schädling verseucht. Für die weiteren Maßnahmen, besonders auch für die epidemiologische Beurteilung des gesamten Problems war aber vor allem die Beobachtung von entscheidender Bedeutung.

[1]) Vgl. Goffart, H., Über die Biologie und Bekämpfung des Kartoffelnematoden (*Heterodera schachtii* Schm.). — Arb. a. d. Biol. Reichsanst. **21**. 1934. 73—108.

daß sich die Krankheit nur auf solchen Ländereien hatte auswirken können, die alljährlich oder jedes zweite Jahr Kartoffeln auf der gleichen Fläche getragen hatten. Schon auf Kleingartenland, das nur in jedem dritten Jahr mit Kartoffeln bestellt worden ist, konnten erhebliche Schädigungen nicht mehr beobachtet werden. Die Erhebungen ließen schließlich die Vielgestaltigkeit und die besonderen Eigentümlichkeiten des Kleingartengeländes für jeden einzelnen Ort erkennen, die ein einheitliches Vorgehen in der zunächst beabsichtigten Form sehr erschwerten, wenn nicht gar unmöglich machten.



Abb. 3. Nematodenkrankes Kartoffelfeld mit zwischen die Reihen gepflanztem Gemüse (Grünkohl, Bohnen, Zwiebeln usw.). (Phot. B.R.A.)

Bei einem allgemeinen polizeilichen Kartoffelanbauverbot für alle verseuchten Flächen, das sich über mehrere Jahre hätte erstrecken müssen, war nämlich einmal zu befürchten, daß die Bevölkerung das Vorhandensein von Seuchenherden verschweigen würde. Der Nachweis eines absichtlichen Schweigens läßt sich jedoch schwer erbringen, da leichter und mittlerer Nematodenbefall im Gegensatz zu anderen seuchenhaften Krankheiten der Kartoffel, wie z. B. des Kartoffelkrebses, vom Laien nicht immer erkannt wird.

Eine andere Schwierigkeit stellte die Beschaffung des nötigen Ersatzlandes für die dem Kartoffelanbau entzogenen verseuchten Flächen dar. Wenn diese auch in kleineren Ortschaften noch hätte überwunden werden können, so war die Bereitstellung von „Kartoffelland" vor allem

in Städten mit zahlreicher Arbeiterbevölkerung praktisch unmöglich, da solches hier nicht mehr zur Verfügung stand. Aber selbst in Fällen, in denen diese Schwierigkeit nicht vorlag, mußte damit gerechnet werden, daß das in Nutzung genommene neue „Kartoffelland“ durch die Verschleppung von Zysten mit Saatgut, Schuhwerk, Geräten usw. von verseuchtem Boden aus in kurzer Zeit auch mit Nematoden angereichert wurde.

Hinzu trat schließlich die besonders in den Jahren 1931 bis 1933 herrschende große Arbeitslosigkeit, durch die zahlreiche Kleingartenbesitzer oder -pächter gezwungen waren, ihren Kartoffelbedarf weitgehend selbst zu erzeugen. Hier hätte die Durchführung eines Kartoffelanbauverbotes besonders schwer gehalten. Es wäre zudem von weiten Kreisen der Bevölkerung falsch verstanden worden, da ein wesentlicher Faktor für die Beachtung einer solchen Verordnung, nämlich die verständnisvolle Einsicht breitester Interessenkreise, seinerzeit noch fehlte.

Auch Blunck weist in einer Veröffentlichung: „Über Möglichkeiten zur Eindämmung der Kartoffelnematoden-Plage [1]) auf verschiedene Schwierigkeiten hin, die einem längeren Aussetzen des Kartoffelanbaues auf Kleingartenland entgegenstehen.

Nach alledem schien es geboten, zunächst nur in besonders schweren Fällen und, soweit wie möglich, auf dem Wege der freiwilligen Vereinbarung einen Austausch verseuchten Geländes zu erstreben. Als vordringlich sahen wir dagegen eine weitgehende sachliche Aufklärung der Bevölkerung an. Zu diesem Zweck wurden der Reichsverband des Deutschen Gartenbaues und der Reichsbund der Kleingärtner und Kleinsiedler sowie die provinziellen und örtlichen mit Aufgaben der Kleingartenbewirtschaftung unmittelbar oder mittelbar betrauten Behörden und Verbände (Ortspolizeibehörden, Kleingartenvereine, Bezirksstellen für Pflanzenschutz usw.) durch Rundschreiben wiederholt auf die dem kleingärtnerischen Kartoffelbau drohenden Gefahren hingewiesen. Weiterhin kam ein kurzes, in gemeinverständlicher Form abgefaßtes Textblatt (Merkblatt 10 des Deutschen Pflanzenschutzdienstes): „Achtet auf das Kartoffelälchen“ durch die Organe des Pflanzenschutzdienstes und andere örtliche Stellen an Kleingärtner usw. zur Verteilung. Hierzu traten dann später noch weitere Schriften (s. unten).

Inzwischen hatten nun auch die 1930 aufgenommenen wissenschaftlichen Untersuchungen zur Biologie und Bekämpfung des Kartoffelnematoden den Nachweis erbracht, daß eine allgemein durchzuführende unmittelbare Bekämpfung des Schädlings wenigstens vorerst nicht in Betracht kam. Es zeigte sich jedoch, daß die Bodenverseuchung von

[1]) Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten **43.** 1933. 68—77.

Jahr zu Jahr beim Fehlen von Kartoffeln um einen nicht unerheblichen Hundertsatz abnimmt, während gleichzeitig die Erträge steigen. So konnte bereits durch ein zweimaliges Aussetzen des Kartoffelbaues die Bodenverseuchung soweit herabgedrückt werden, daß im dritten Jahr eine erneute Bestellung mit Kartoffeln eine lohnende Ernte brachte. Besser ist es natürlich, in solchem Falle eine noch längere Pause einzuschalten. Aber schon nach einem nur einmaligen Kartoffelanbau auf verseuchter Fläche steigt die Zystenzahl im Boden wieder an, und eine unmittelbar darauffolgende nochmalige Bestellung mit Kartoffeln kann ein erhebliches Absinken der Erträge zur Folge haben[1]). Ein wechselseitiger Anbau von Kartoffeln und anderen Gartenfrüchten scheint dagegen ein geeignetes Mittel zu sein, stärkere Schädigungen zu verhindern.

Die Erhebungen des Jahres 1933 ergaben eine weitere Ausdehnung und Zunahme der Kartoffelnematodenherde. Da sich der Schädling auch auf mittelschweren Böden geltend machte, schien eine völlige Ausrottung nicht mehr erreichbar zu sein. Es erfuhr daher das zuerst gesteckte Ziel eine Änderung insofern, als nunmehr versucht wurde, die Aufklärungstätigkeit, die bereits gewisse Erfolge gezeitigt hatte, noch zu steigern und auf dem Wege einer geordneten Fruchtfolge den wirtschaftlich ins Gewicht fallenden Schaden herabzudrücken. Eine völlige Sperrung des Kartoffelbaues auf die Dauer mehrerer Jahre wurde dagegen nur in besonders gearteten oder schweren Fällen auch weiterhin erwirkt bzw. aufrecht erhalten. Die Einführung eines planmäßigen Fruchtwechsels im Kleingartenbau versprach außerdem nicht nur eine Möglichkeit zur Verminderung der durch Kartoffelnematoden hervorgerufenen Ertragsverluste zu bieten, sondern auch pflanzenbaulich und pflanzenhygienisch allgemein von weittragender Bedeutung zu sein, da sie zur Sicherung der Erträge beiträgt und auch dem Umsichgreifen anderer seuchenhafter Krankheiten, wie des Kartoffelkrebses und der Kohlhernie, steuert. Um daher den kleingärtnerischen Kartoffelbau lohnend zu gestalten, ihn aber auch im Interesse der Bevölkerung nicht allzu stark abzudrosseln, schien uns auf Grund der oben besprochenen wissenschaftlichen Ergebnisse die nachdrückliche und großzügige Propagierung einer „Dreifelderwirtschaft" geboten. Diese war so gedacht, daß in jedem Haus- und Kleingarten nach Ausschaltung der von mehrjährigen Kulturen (Erdbeeren, Rhabarber, Beerensträucher), Zieranlagen, Wegen, Laube usw. eingenommenen Bodenflächen das übrigbleibende „Gemüseland" in drei gleiche Felder eingeteilt wird (vgl. Abb. 4). Von den einzelnen, mit A, B und C bezeichneten Quartieren kommen im

[1]) Goffart, H., Fortschritte in der Bekämpfung der Kartoffelnematoden (*Hederodera schachtii* Schm.). — Nachrichtenblatt f. d. Deutsch. Pflanzenschutzdienst **16**. 1936. 38/40 und 51/52.

ersten Anbaujahre auf Feld A stark zehrende Gemüsearten, wie Kohl jeglicher Art, Gurken und Sellerie, auf Feld B Kartoffeln und auf Feld C schwach zehrende Gemüsearten, wie Bohnen, Erbsen, Schwarzwurzeln und Rettich. Im zweiten Anbaujahr rücken die einzelnen Quartiere geschlossen in der Reihenfolge weiter, so daß die Kartoffeln auf Feld A, stark zehrendes Gemüse auf Feld C und schwach zehrendes Gemüse auf Feld B kommen usf. Auf diese Weise trägt jedes Drittel alle drei Jahre nur einmal Kartoffeln.

Jedem Kleingärtner bleibt es überlassen, von einzelnen Gemüsearten jedes Felddrittels mehr oder weniger anzubauen, nur dürfen die verschieden starken Zehrer nicht in ein anderes als in das für sie bestimmte Quartier gebracht werden.

A	A	A	A	A	A	A
B	B	B	B	B	B	B
C	C	C	C	C	C	C
			Mittelweg			
A	A	A	A	A	A	A
B	B	B	B	B	B	B
C	C	C	C	C	C	C

Abb. 4. Schema für die Anordnung der Kartoffelparzellen in einer Kleingartenkolonie. (Die von je zwei senkrechten Linien eingeschlossene Fläche A B C stellt jedesmal einen Kleingarten dar.)

Zwecks Durchführung der ,,Dreifelderwirtschaft" wurde dem Herrn Regierungspräsidenten in Schleswig (der Regierungsbezirk Schleswig deckt sich mit der Provinz Schleswig-Holstein) der Erlaß entsprechender Anordnungen empfohlen, der daraufhin den als verseucht gemeldeten Gemeinden für den Erlaß von Polizeiverordnungen folgendes Muster vorschrieb:

§ 1. Kartoffeln und Tomaten dürfen höchstens jedes dritte Jahr auf derselben Bodenfläche gebaut werden. Es ist also ein mindestens dreijähriger Fruchtwechsel einzuhalten.

§ 2. Landwirtschaftlich oder gärtnerisch genutztes Land von weniger als 1000 qm Gesamtfläche darf jeweils höchstens zu ein Drittel der Gesamtbodenfläche mit Kartoffeln oder Tomaten bestellt werden. Sind daran mehrere Nutznießer beteiligt, so darf der einzelne nicht mehr als ein Drittel seines Anteils mit Kartoffeln oder Tomaten bestellen.

§ 3[1]). Bisher noch nicht in Kultur gewesenes Land und umgebrochenes altes Weideland darf erstmalig ausnahmsweise mit meiner Erlaubnis zu zwei Dritteln mit Kartoffeln bebaut werden.

§ 4. Zuwiderhandlungen werden nach § 30 des Feld- und Forstpolizeigesetzes mit Geldstrafe bis zu 150.— RM. oder mit Haft bestraft.

Die Verordnung unterscheidet also zwischen Nutzungsflächen von weniger als 1000 qm und solchen über 1000 qm. Im ersten Falle ist nach § 2 die oben erläuterte Drittelung der Fläche durchzuführen, im zweiten Falle kann nach § 1 die gesamte Fläche mit Kartoffeln bestellt werden, doch dürfen in den beiden Folgejahren diese nicht angebaut werden. Auf diese Weise wird also in jedem Falle erreicht, daß Kartoffeln nur jedes dritte Jahr auf dieselbe Fläche kommen.

Zur Erleichterung der Überwachung wurde den in Frage kommenden Gemeinden vom Pflanzenschutzamt empfohlen:

1. auf den vereinsweisen Zusammenschluß aller Kleingärtner hinzuarbeiten,
2. gemeindeeigenes Pachtland künftig nur noch an organisierte Kleingärtner abzugeben und auch den Verpächtern privater Ländereien ein gleiches Verhalten zu empfehlen,
3. für die Überwachung der Verordnung und zur Unterstützung der Polizeiorgane für jede Kolonie mindestens einen Obmann zu ernennen.

Zur Aufklärung der Bevölkerung standen an Schriften das inzwischen (1934) erschienene Flugblatt Nr. 129 der Biolog. Reichsanstalt über die Kartoffelmüdigkeit[2]) und ein Textblatt der Landesbauernschaft Schleswig-Holstein über die Drittelung der Kleingärten sowie ein Bildband: „Das Kartoffelälchen und seine Bekämpfung“[3]) zur Verfügung. Ferner

[1]) Dieser Paragraph ist nur auf besonderen Antrag in einigen Ortspolizeibezirken in die Anordnung als Ergänzung nachträglich eingefügt.

[2]) Bearbeiter: H. Goffart.

[3]) Bearbeiter: H. Goffart. Verlag Deutsches Lichtbild für Unterricht Walter Lange, Berlin-SW. 11, Hafenplatz 9.

wurden vom Pflanzenschutzamt zahlreiche Lichtbildervorträge über die Krankheit gehalten.

Die im Sommer 1934 zum ersten Male nach Inkrafttreten der neuen Vorschriften und Richtlinien durchgeführten Besichtigungen zeigten, daß die Verordnung in vielen Fällen Beachtung gefunden hatte und ein erheblicher Rückgang des kleingärtnerischen Kartoffelbaues eingetreten war. Eine Ausnahme stellten noch die Großstädte mit zahlreicher Arbeiterbevölkerung dar. Hier galt es, durch weitere mündliche Aufklärung für den Gedanken der „Dreifelderwirtschaft" zu werben. Aber auch in anderen Gemeinden lag ein Bedürfnis nach einer noch stärkeren Aufklärungstätigkeit vor, da die Verordnungen vielfach mißverstanden waren oder ihnen eine andere Bedeutung unterschoben wurde. U. a. mußte immer wieder darauf hingewiesen werden, daß die „Dreifelderwirtschaft" auch für solche kleingärtnerisch genutzten Kartoffelflächen Geltung besitzt, die noch nicht verseucht sind (Feldhygiene).

Nachdem im Jahre 1935 von uns nur vereinzelt Kontrollen vorgenommen werden konnten, fand im Laufe des Sommers 1936 im Auftrage und mit Unterstützung des Reichs- und Preußischen Ministers für Ernährung und Landwirtschaft wiederum eine gründliche Überholung fast aller bisher bekannten Seuchenherde und einiger Verdachtsstellen statt. Es zeigte sich hierbei, daß jede Pflanzenschutz-Verordnung unbedingt von sachverständiger Amtsstelle überwacht und ihre Durchführung gelegentlich erläutert und kontrolliert werden muß, wenn der erstrebte Erfolg sichergestellt werden soll. So waren z. B. vielfach die einschlägigen Verordnungen gegen den Kartoffelkrebs und jene gegen den Kartoffelnematoden miteinander verwechselt worden. Auch hatten manche Kleingärtner die für den Kartoffelanbau zugelassene Fläche durch Einschieben von Erbsen erheblich vergrößert und somit die Übersicht über die Größe der bebauten Fläche erschwert. („Tarnen" der tatsächlich mit Kartoffeln bebauten Fläche.)

Für die Durchführung der Polizeiverordnung wurde den in Frage kommenden Ortspolizeibehörden und Vereinsführern im Reichsbund der Kleingärtner und Kleinsiedler in einem Textblatt nochmals die Bestellung von Vertrauensleuten empfohlen, die der Ortspolizeibehörde für die Befolgung eines mindestens dreijährigen Fruchtwechsels verantwortlich sind. Ferner wurde den Ortsbehörden usw. zwecks leichterer Kontrolle in geschlossenen Kleingartengebieten, in denen die Aufteilung der Parzellen meist sehr regelmäßig ist, geraten, die für den Kartoffelbau alljährlich vorgesehenen Flächen nach Abb. 3 in der Weise festzulegen, daß z. B. 1937 nur die A-Parzellen, 1938 nur die B-Parzellen und 1939 nur die C-Parzellen mit Kartoffeln bestellt werden dürfen. Bei neuen Kolonien soll diese Anordnung grundsätzlich vorgeschrieben werden. Auch sind die Einzelparzellen einheitlich durch dauerhafte Nummern-

schilder zu kennzeichnen (Abb. 5), um Übertreter leichter feststellen zu können. Einige Polizeibehörden haben auf unsere Empfehlung hin bereits Gartenkarteien angelegt, an Hand derer die Überwachung der Kartoffelanbauer in jeder Gartenparzelle ohne Schwierigkeit erfolgen kann. Diese Karteieintragungen sind besonders dort von Bedeutung, wo die vorhandene Verseuchung erfahrungsgemäß zu einem häufigen Besitz- bzw. Pachtwechsel der Gärten führt. Für stark verseuchte Parzellen oder Kolonien wurde wie bisher der Anbau von Kartoffeln und Tomaten bis auf weiteres verboten. Zur Verteilung kamen an Aufklärungsschriften das bereits oben erwähnte Flugblatt Nr. 129 der Biolog. Reichsanstalt in zweiter Auflage (1936) und anstelle des Textblattes über die Dreifelderwirtschaft eine vom Pflanzenschutzamt Kiel ausgearbeitete zeichnerische Darstellung einer zweckmäßigen



Abb. 5. Numerierung der einzelnen Gärten. Gleichzeitig zeigt der Garten eine „Tarnung" der Kartoffelfläche mit Erbsen. (Phot. Ext.)

Garteneinteilung nebst Erläuterungen. Auch wurde in einschlägigen Vorträgen immer wieder auf die Bedeutung des Kartoffelnematoden und seine Niederhaltung durch einen planmäßigen Fruchtwechsel hingewiesen.

Als Gesamteindruck der Besichtigungen des Jahres 1936 ist zu berichten, daß die Durchführung der Fruchtwechselanordnung technisch und verwaltungsmäßig durchaus möglich ist, wenn die Bevölkerung immer wieder mit dem Ziel der Verordnung und ihrer allgemeinen pflanzenhygienischen Bedeutung vertraut gemacht wird. Die tatkräftige Inangriffnahme des Bekämpfungsproblems hat bereits in einer ganzen Reihe von Gemeinden zu einer starken Verminderung der durch den Kartoffelnematoden hervorgerufenen Schädigungen geführt, sodaß wir den

Höhepunkt der Gefahr als überschritten ansehen können, wenngleich auch weiterhin noch einzelne neue Herde zur Feststellung gelangen mögen.

Die durch die Verordnung erzwungene Einschränkung des Kartoffelbaues hat für den größten Teil der Kleingärtner keine wirtschaftlichen Nachteile zur Folge gehabt, zumal die Erzeugung von Winterkartoffeln für die menschliche Ernährung im Kleingarten eine infolge der Arbeitslosigkeit bedingte Übergangserscheinung war und heute mehr und mehr verschwindet. Nur bei größeren Flächen, die gleichzeitig dem Anbau von Futterkartoffeln dienen, traten gelegentlich Schwierigkeiten auf. Hier wurde besonders auf Ersatzfutterstoffe, wie Süßlupine, Mais und Topinambur hingewiesen, deren Anbau öfters festgestellt werden konnte. Topinambur diente in manchen Fällen auch zur menschlichen Ernährung.

Nach unseren Erfahrungen sind stete Aufklärung und Überwachung sowie die Verpflichtung aller Bodennutznießer, einer berufsständischen Organisation beizutreten, die einzigen Möglichkeiten, die Durchführung der Fruchtwechselanordnungen sicherzustellen und damit wieder zu befriedigenden Kartoffelernten zu gelangen. Gewisse Schwierigkeiten bereiten dabei allerorts die unorganisierten, keinem Verein angeschlossenen „wilden" Kleingärtner. An diese Bodenbearbeiter ist die erforderliche Schulung, Belehrung und Aufklärung nur langsam heranzutragen. Aus diesen Reihen kommen darum auch immer wieder die Übertreter der erlassenen pflanzenschutzlichen Anordnungen. Die in manchen Orten vorhandenen Feldpolizeibeamten oder Flurschützen scheinen uns geeignet zu sein, besonders hier wertvolle Mitarbeit leisten zu können (Abb. 6). In anderen Fällen dürften auch die Ämter für Schadenverhütung die Möglichkeit haben, belehrend auf die genannten Volksgenossen einzuwirken und irrige Ansichten, die in diesen Kreisen gar zu leicht auftreten können, zu zerstreuen.



Abb. 6. Schulung von Feldpolizeibeamten. (Phot. Goffart.)

Eine andere Schwierigkeit stellt zur Zeit noch die Beachtung eines Fruchtwechsels in den sog. Hausgärten dar, zumal die Überwachung dieser Gärten technisch sehr umständlich ist. Die Durchführung eines mindestens dreijährigen Fruchtwechsels ist aber auch hier das Ziel unserer Bestrebungen. Allerdings sind wir uns darüber im klaren, daß

noch eine geraume Zeit vergehen wird, ehe die Notwendigkeit einer planmäßigen Wechselwirtschaft im Klein- und Hausgarten allgemein anerkannt und in die Tat umgesetzt werden wird.

Der von den beiden Verfassern in engster Zusammenarbeit immer wieder propagierte Gedanke der kleingärtnerischen „Dreifelderwirtschaft" ist aber heute schon Gemeingut aller strebsamen Kleingärtner und kommt auch in den einschlägigen Vereinsschriften[1]) immer wieder zum Ausdruck. Wir haben weiter aus einer Veröffentlichung von Ferdinandsen[2]) entnommen, daß auch in Dänemark der Kartoffelanbau auf verseuchten Ländereien höchstens jedes dritte Jahr stattfinden darf, nachdem man sich davon hat überzeugen müssen, daß der Kartoffelnematode nicht mehr auszurotten ist. Ob über eine Fruchtwechselwirtschaft hinaus der Anbau bestimmter Kartoffelsorten, die eine gewisse Widerstandsfähigkeit gegenüber dem Schädling aufzuweisen haben, schon in nächster Zeit praktisch in Frage kommt, ist eine Angelegenheit, die noch untersucht wird.

Zusammenfassung.

Nach dem Bekanntwerden des Kartoffelnematoden auf kleingärtnerisch genutzten Flächen in Schleswig-Holstein wurde zunächst versucht, die Nematodenherde auf mehrere Jahre für den Kartoffelbau zu sperren und die Gefahr der Verschleppung möglichst einzudämmen. Bei den zur Durchführung dieser Maßnahme erforderlichen Besichtigungen ergaben sich verschiedene Schwierigkeiten (völlige Unkenntnis des Krankheitserregers in weiten Kreisen der Bevölkerung und schwierige Erkennbarkeit, Fehlen des nötigen Kartoffelersatzlandes, starke Arbeitslosigkeit in den Jahren 1931—1933 und infolgedessen weitgehende Selbstversorgung der Bevölkerung mit Kartoffeln), die es notwendig machten, nur in besonders schweren Fällen und auf dem Wege freiwilliger Vereinbarungen einen Austausch verseuchten Geländes zu erstreben, im übrigen aber eine weitgehende sachliche Aufklärung der Bevölkerung einzuleiten. Die inzwischen erzielten wissenschaftlichen Ergebnisse zeigten, daß durch einen Fruchtwechsel stärkere Verluste im kleingärtnerischen Kartoffelbau vermieden werden können. Infolgedessen wurde vom Jahre 1933 ab die Aufklärungstätigkeit im Sinne einer geregelten Fruchtfolge, und zwar der „Dreifelderwirtschaft", betrieben. Eine vom Herrn Regierungspräsidenten erlassene Anordnung gab die Möglichkeit, die „Dreifelderwirtschaft" in den verseuchten Bezirken für

[1]) Z. B. Schleswig-Holsteinische Zeitschrift für Obst- und Gartenbau, Kiel und „Der Kleingärtner und Kleinsiedler", Hamburg.

[2]) Ferdinandsen, C.: Kartoffelbrok og Kartoffelaal. — Ugeskrift for Landmaend. Kobenhavn 1936. 617—621.

alle landwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Flächen, nach gleichem Verfahren behördlich vorzuschreiben. Die Überwachung der Verordnung konnte durch bestimmte Vorschläge des Pflanzenschutzamtes (vereinsweiser Zusammenschluß der Kleingärtner, Ernennung von Obleuten, einheitliche Anordnung der alljährlich für den Kartoffelbau vorgesehenen Fläche in jeder Kolonie) wesentlich erleichtert werden. Die Verfasser sind der Ansicht, daß der Höhepunkt der Gefahr überwunden ist und daß es auch gelingen wird, einige zur Zeit noch bestehende Schwierigkeiten in der Durchführung der „Dreifelderwirtschaft" (planmäßige Belehrung und Schulung nichtorganisierter Kleingärtner und Überwachung der Verordnung in Hausgärten) zu beheben.

Experimentelle Untersuchungen über den Nahrungswert von Kiefern- und Fichtenholz für die Larve des Hausbockkäfers (Hylotrupes bajulus L.).

Von Dr. Kurt Schuch.

(Aus der Zweigstelle Kiel der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft.)

Mit 2 Abbildungen.

A. Vorbemerkung.

Die Beurteilung des Hausbockkäfer-Problems auf biologischer Grundlage — gegenüber den Ermittlungen der Statistik — ist gebunden an die genaue Kenntnis der Faktoren, die den Massenwechsel des Tieres beherrschen. Nur dann, wenn uns die wichtigsten Voraussetzungen für eine Massenvermehrung bekannt sind, läßt sich ermessen, welche Gefahr das Schadinsekt für unseren Gebäudebestand darstellt und welche Häuser besonders für schwere Schäden veranlagt sind. Wir sind dann auch in der Lage, die Frage zu beantworten, ob und in welcher Weise wir das Schadinsekt zur Zeit fördern und welche Wege sich andererseits beschreiten lassen, um einer Plage vorzubeugen.

Über die Abhängigkeit des Käfers von der Temperatur, der Feuchtigkeit und der Beschaffenheit der Nahrung sind bereits einige Untersuchungen veröffentlicht (Steiner, 1937 und Schuch, 1937). Die vorliegende Arbeit befaßt sich lediglich mit dem Einfluß des Holzes auf das Wachstum der Larven und greift eine Reihe Fragen auf, deren Bearbeitung für die Erforschung der Ursachen des Schadauftretens von besonderer Wichtigkeit zu sein scheint.

B. Über das Nahrungsgefälle im Kiefernholz.

Zuchtversuche mit Hausbockkäferlarven ließen wiederholt erkennen, daß die Tiere mit Vorliebe unmittelbar unter der Baumkante fraßen, d. h. in der Zone der jüngsten Jahresringe des Holzes. Dort schienen sie eine besonders geeignete Nahrung vorzufinden, während die älteren Splintholzzonen ihnen offenbar weniger zusagten. Diese auf gelegentliche Beobachtungen gestützten Vermutungen wurden durch Versuche nachgeprüft und bestätigt.

Die Versuchstiere waren in einem Falle ältere Larven, im anderen Falle frisch geschlüpft.

Versuch mit Altlarven: Die Versuchshölzer lieferte eine Stammdiele von einer etwa 120jährigen Kiefer, deren Fällungszeit schätzungsweise 1—2 Jahre zurücklag.

Gemäß der Fragestellung des Versuches durften die Larven nur im Außensplint bzw. nur im Innensplint fressen. Das Holz mußte also entsprechend aufgeteilt werden. Die Art der Aufteilung zeigt Abb. 1. Spl. $_1$ ist der äußere Teil des Splintes mit der „Baumkante", Spl. $_2$ der innere Teil des Splintes und K das anschließende Kernholz, das zum Vergleich mit herangezogen wurde. Die Hölzer Spl. $_2$ und K hatten eine Größe von 1,8 × 4 × 15 cm. Spl. $_1$ war durch die schräg abfallende „Baumkante" einseitig etwas dicker.

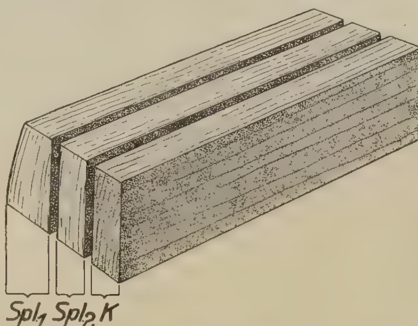


Abb. 1. Aufteilung des Holzes in Außensplint (Spl. $_1$), Innensplint (Spl. $_2$) und Kern (K).

Der Versuch umfaßte insgesamt 30 Hölzer, wovon je 10 hinsichtlich der Lage im Stamm übereinstimmten. Sie wurden mit je einer älteren Larve von bekanntem Gewicht (0,0200—0,0397 g) besetzt und unter Glasglocken aufgestapelt. Zwischen den Hölzern liegende Glasstreifen hinderten die Tiere am Überwandern.

Der Versuch dauerte 163 Tage und lief bei Zimmertemperatur ab (T = 12,8 — 24 ° C; im Mittel 19,0 ° C). Die Luftfeuchtigkeit betrug unter der Glocke etwa 99 %. Sie wurde mit konzentrierter K_2SO_4-Lösung eingestellt. (Bezügl. der Versuchsanordnung s. Schuch, 1937, Abb. 1.)

Ergebnis: Die Sterblichkeit der Tiere war in beiden Splintholzteilen gering. Nur eine Larve war tot, alle übrigen hatten an Gewicht zugenommen (Tabelle 1).

Die Zunahme betrug im Außensplint (Spl. $_1$) im Durchschnitt 208% des Anfangsgewichts, im Innensplint (Spl. $_2$) dagegen nur 31 %. Die Einzelwerte schwanken zwar beträchtlich, überschneiden sich für beide Holzzonen aber nicht. Für Spl. $_1$ liegen sie zwischen 74 und 303%, für Spl. $_2$ zwischen 3 und 50 %. Das aus derselben Stammdiele geschnittene Splintholz ist mithin für die Hausbockkäferlarven nicht gleichwertig. Sie gedeihen im Außenteil, d. h. in den jüngeren Jahresringen, wesentlich besser als in den innen gelegenen älteren Zonen. Die jüngsten Splintholzteile sind deshalb auch für die Massenvermehrung des Käfers sicherlich von besonders großer Bedeutung.

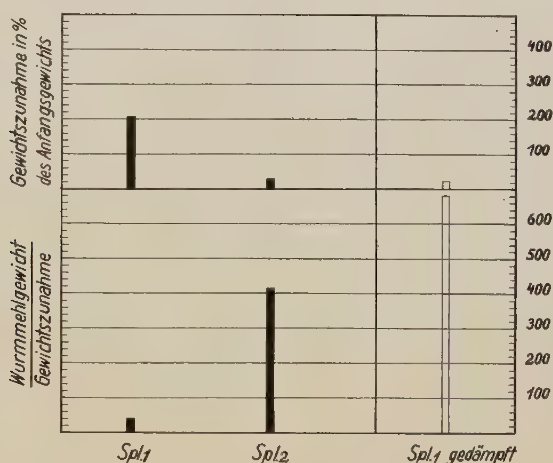


Abb. 2. Beziehung zwischen der Gewichtszunahme der Larven und dem Quotienten $\frac{\text{Wurmmehlgewicht}}{\text{Gewichtszunahme}}$.

Andererseits lehrt der Versuch, daß das Wachstum der Larven bei denselben Temperatur-Feuchtigkeitsverhältnissen nicht nur individuell verschieden ist, sondern darüber hinaus weitgehend von der Beschaffenheit der Nahrung abhängt.

Der Nahrungswert des Holzes läßt sich unter einem gewissen Vorbehalt durch den Quotienten $\frac{\text{Wurmmehlgewicht}}{\text{Gewichtszunahme}}$ ausdrücken. Er muß um so höher angesetzt werden, je geringer der Quotient ist. Dieser beträgt für den Außensplint im Durchschnitt 42, für den Innensplint dagegen 417 (Tabelle 1, Abb. 2). Folglich ist das langsame Wachstum der Larven in den inneren Holzteilen nicht etwa auf

Tabelle 1.

Larve Nr.	Außensplint mit Baumkante (Spl. 1)				Innensplint (Spl. 2)				Kern (K)			
	Larvengewicht bei Versuchs-anfang g	Larvengewicht bei Versuchs-ende g	Gewichts-Zunahme in % des Anfangsgewichts	Wurmmehlgew. / Gew.-Zunahme	Larvengewicht bei Versuchs-anfang g	Larvengewicht bei Versuchs-ende g	Gewichts-Zunahme in % des Anfangsgewichts	Wurmmehlgew. / Gew.-Zunahme	Larvengewicht bei Versuchs-anfang g	Larvengewicht bei Versuchs-ende g	Gewichts-Zunahme in % des Anfangsgewichts	Wurmmehlgew. / Gew.-Zunahme
1	0,0234	0,0943	303	35	0,0209	0,0225	8	580	0,0324	0,0334	3	652
2	0,0235	0,0834	255	40	0,0211	0,0304	44	156	0,0217	0,0270	24	200
3	0,0236	0,0546	131	69	0,0222	0,0234	5	972	0,0353	0,0325	— 8	[0,9041 g][1]
4	0,0255	0,0650	155	35	0,0239	0,0342	43	142	0,0388	0,0368	— 5	[1,5867 g][1]
5	0,0259	[tot]	—	—	0,0254	0,0380	50	140	0,0200	0,0334	67	74
6	0,0266	0,0462	74	49	0,0265	0,0274	3	1360	0,0319	0,0498	56	117
7	0,0278	0,1064	283	40	0,0293	0,0428	46	121	0,0397	0,0478	20	198
8	0,0288	0,1106	284	33	0,0322	0,0440	37	152	0,0200	[tot]	—	—
9	0,0288	0,0724	151	47	0,0391	0,0542	39	132	0,0228	[tot]	—	—
10	0,0327	0,1086	232	30	—[2]	—	—	—	—[2]	—	—	—
Extreme Werte . . .			74—303	30—69			3—50	121—1360			(-8)—67	74—652
Durchschnittswerte . .			208	42			31	417			22	248

[1]) Wurmmehlgewicht. [2]) Larve wurde beim Herausnehmen aus dem Holze verletzt.

eine durch irgendwelche Umstände herabgeminderte Freßlust der Tiere zurückzuführen, sondern auf einen geringeren Gehalt der älteren Jahresringe an verwertbarer Nahrung.

Man darf aus den errechneten Mittelwerten nicht zahlenmäßig ableiten wollen, um welchen Betrag der Nahrungswert des älteren Splintholzes geringer ist als der des jüngeren Holzes. Dafür ist die Anzahl der Einzelversuche zu gering, zumal die Einzelwerte stark voneinander abweichen. Für Spl. $_1$ schwankt der Quotient zwischen 30 und 69 und für Spl. $_2$ zwischen 121 und 1360, davon in 6 Fällen allerdings nur zwischen 121 und 156. Für die restlichen 3 Larven liegt er erheblich höher. Diese 3 Tiere hatten auch die geringste Gewichtszunahme aufzuweisen (Tabelle 1). Trotz der großen Schwankungen steht außer Zweifel, daß die Hausbockkäferlarven im äußeren Splintteil der untersuchten Stammdiele wesentlich bessere Nahrungsverhältnisse vorgefunden haben als in den älteren Splintholzringen.

Es bleibt noch zu klären, welche Stoffe die eigentliche Nahrung der Larven darstellen und in welchem Maße daran Zellinhaltsstoffe und Zellwandsubstanzen beteiligt sind. Diese Frage wurde bereits von Falck (1930) experimentell in Angriff genommen. Nach seinen Ergebnissen entziehen die Larven dem Fichtenholz 12,3% des Holzgewichts in Form von Zellulose und 2,7% in Form von Hemizellulose, das sind etwa 21% des Gesamtgehaltes an Zellulose und Hemizellulose. Da diese beiden Stoffe neben dem Lignin die Hauptbestandteile der Holzfaser sind, wäre nach den Ergebnissen von Falck zu erwarten, daß zumindest das Splintholz einen einheitlichen Nährwert besitzt. Wie oben nachgewiesen wurde, trifft das aber nicht zu. Die Frage nach der Art der eigentlichen Nahrung der Larven bleibt daher noch ungeklärt.

Das Kernholz (K) war für die Tiere als Nahrung noch weniger geeignet als der innere Splint (Tabelle 1). Von 10 Larven starben im Kernholz 2, und 2 Tiere hatten an Gewicht verloren. Die mittlere Gewichtszunahme betrug 22% und liegt mit diesem Wert etwas niedriger als für den Innensplint. Eine Ausnahme machen die Larven Nr. 5 und 6 mit einer Zunahme von 67 und 56% des Anfangsgewichts. Beide Werte liegen etwas höher als der beste Zuwachs in Spl. $_2$ und der Quotient $\frac{\text{Wurmmehlgewicht}}{\text{Gewichtszunahme}}$ ist für beide Larven kleiner als in jedem Falle bei Verwendung von Spl. $_2$.

Mit den unterschiedlichen Nahrungsverhältnissen in den 3 Holzzonen stehen offenbar auch die Form und die Anlage der Fraßgänge in engem Zusammenhang. Sie hatten im Kernholz und im Innensplint fast durchweg einen ovalen, verhältnismäßig kleinen Querschnitt und verliefen im Kernholz in auffälliger Weise unmittelbar unter der Oberfläche, nicht nur einseitig in den

jüngsten Ringen, sondern allseitig. Vermutlich suchten die Tiere an den Grenzflächen des Kernholzes eifrig nach einer besseren Nahrung.

Ganz anders waren die Gänge nach Form und Lage im Außensplint. Hier verbreiterten sie sich stellenweise erheblich. Die Fraßplätze lagen in der Regel unmittelbar oder nur wenige Millimeter unter der „Baumkante", also in der Zone der jüngsten Jahresringe. In einigen Fällen ließ sich die äußerste Holzschicht über dem stark erweiterten Fraßgang als papierdünne Haut abheben. Da die Larven im Außensplint besonders schnell heranwuchsen, kann man annehmen, daß das Holz dort, wo die Tiere zum Platzfraß übergingen, besonders günstige Eigenschaften besaß.

Versuch mit Junglarven: Zur Herstellung der Versuchshölzer wurde der Splint einer schätzungsweise 1—2 Jahre lang gelagerten Kieferndiele entsprechend Abb. 1 in einen Außen- und Innenteil zerlegt und in Stücke von 12 cm Länge aufgeteilt. Zum Versuch gehörten je 7 Hölzer beiderlei Art, wovon jedes Stück 10 Larven erhielt. Beim Ansetzen waren die Tiere auf 3 von einer Stirnseite in das Holz gebohrte Löcher verteilt worden.

Die Embryonalentwicklung der Larven hatte bei 28° C und etwa 76% rel. Luftfeuchtigkeit stattgefunden.

Der Versuch lief bei 24° C und etwa 93 % rel. Feuchtigkeit ab und dauerte 145 Tage. Zur Einstellung der Feuchtigkeit wurde konzentrierte KNO_3-Lösung verwandt.

Ergebnis: Im Außensplint wurden 91% der angesetzten Larven lebend wiedergefunden, im Innensplint 79% (Tabelle 2). Es ist durchaus möglich, daß auch einige der fehlenden Tiere bei Versuchsende noch lebten, jedoch bei der Kontrolle infolge ihrer Kleinheit nicht freigelegt wurden.

Tabelle 2.

Holz Nr.	Außensplint mit „Baumkante"				Innensplint			
	Zahl der wiedergefundenen lebenden Larven	Länge der Larven		Durchschnittl. Larvengew. bei Versuchsende g	Zahl der wiedergefundenen lebenden Larven	Länge der Larven		Durchschnittl. Larvengew. bei Versuchsende g
		extreme Werte mm	Mittelwert mm			extreme Werte mm	Mittelwert mm	
1	9	4 —7	5,5	0,0056	8	3 —4	3,6	0,0012
2	10	4,5—7,5	5,9	0,0046	10	3 —4	3,5	0,0010
3	8	4,5—5,5	4,8	0,0030	8	3 —4	3,5	0,0009
4	10	3,5—6	4,8	0,0027	6	3 —3,5	3,3	0,0009
5	10	3,5—6	4,6	0,0024	8	2,8—3,5	3,1	0,0009
6	8	4 —5	4,4	0,0023	7	2,5—3	2,8	0,0007
7	9	3,5—5	4,2	0,0019	8	2,5—3,5	3,1	0,0006
Gesamtergebnis	64=91%	3,5—7,5	4,9	0,0032	55=79%	2,5—4	3,3	0,0009

Die Larven wogen bei Versuchsbeginn im Durchschnitt etwa 0,0002 g, bei Versuchsende im Innensplint 0,0009 g, im Außensplint dagegen 0,0032 g. Die Tiere hatten folglich im Außenteil des Splintholzes in 145 Tagen reichlich viermal so viel an Gewicht zugenommen als im Innensplint. Im einzelnen schwankten Gewichtszunahme und Größe beträchtlich, auch bei den in demselben Holzstück angesetzten Tieren. Die größte Larve hatte eine Länge von 7,5 mm und ein Gewicht von 0,0086 g. Sie befand sich im Außensplint.

Die auffälligen Unterschiede im Wachstum der Einzeltiere sind sicherlich nicht nur individuell bedingt, sondern wahrscheinlich auch durch die Ungleichheit des Holzes hervorgerufen (s. S. 574). Als die Hölzer aufgespalten wurden, saßen die Larven nämlich in verschiedenen Zonen, und in der Regel waren die Tiere am größten, deren Fraßgänge in den allerjüngsten Jahresringen lagen.

Während im Wurmmehl der älteren Larven die Kotballen meist stark mit Holzteilchen vermengt sind, die nicht den Darm durchwandert haben, treten diese im Wurmmehl der Junglarven zurück. Das läßt sich vielleicht damit erklären, daß die jungen Tiere den jeweils nährstoffreichsten Gewebeteilen nachgehen können, ohne dabei in dem Maße wie größere Larven Abraum beiseite schaffen zu müssen. Zum Beispiel ist es den Junglarven möglich, auch bei engen Jahresringen ihren Fraß in der Hauptsache auf das vermutlich nährstoffreichere Frühholz zu beschränken. Diese Vorteile mögen auch dazu beitragen, daß die relative Gewichtszunahme der Junglarven erheblich größer ist als bei älteren Tieren.

Zusammenfassend läßt sich als Ergebnis beider Versuche feststellen, daß die jüngsten Jahresringe des Stammes für die Hausbockkäferlarven einen besonders hohen Nahrungswert besitzen und daß in Richtung auf den Kern ein Nahrungsgefälle vorliegt. In welchem Maße der Nahrungswert mit dem Alter der Jahresringe abnimmt, bleibt noch zu klären.

Außer für das Holz alter Kiefern wurde die Bevorzugung der jüngsten Splintholzringe durch die Hausbockkäferlarven auch für junge Kiefern und für Fichten nachgewiesen, so daß hier ebenfalls mit einem Nahrungsgefälle zu rechnen ist.

Nachdem die Vorliebe der Hausbockkäferlarven für die jüngsten Splintholzringe feststand, lag es nahe, das Verhalten der Tiere in berindeten Hölzern zu untersuchen. Es wurden deshalb in berindetes Fichtenholz, das etwa 7 Monate gelagert hatte, ältere Larven eingesetzt. In mehreren Holzstücken lagen nach einer Fraßzeit von etwa 3 Monaten

bei Entfernung der Rinde die platzförmig verbreiterten Fraßgänge zum Teil frei. Über diesen Gängen war sogar der Bast benagt[1]).

C. Über den Einfluß einer Wasserdampfbehandlung auf den Nahrungswert des Kiefernholzes.

Es wurden 10 Versuchshölzer, die mit den Hölzern Spl. $_1$ der Abbildung 1 übereinstimmten und auch von derselben Kieferndiele stammten, in einem Autoklaven 10 Stunden mit Wasserdampf behandelt. Dieser wurde abwechselnd überhitzt und abgekühlt. Der Überdruck erreichte im Maximum 2 Atmosphären, die Temperatur 131 ° C. Nach Trocknung der Hölzer im Zimmer erfolgte die Besetzung mit je einer älteren Larve von bekanntem Gewicht (0,0205—0,0404 g) gleichzeitig mit den Kontrollhölzern. Die Versuchsdauer betrug 163 Tage bei Zimmertemperatur (T = 12,8—24,0 ° C; im Mittel 19,0 ° C). Im Versuchsbehälter bestand eine Luftfeuchtigkeit von etwa 99%.

Ergebnis: In den gedämpften Hölzern hatten die Larven nach 163 Tagen ihr Gewicht im Mittel um 24% vermehrt. Im einzelnen schwankte die Zunahme zwischen — 2 und 49 %. In den unbehandelten Hölzern betrug der Zuwachs dagegen 208% (Tabelle 3).

Der Einfluß der Wasserdampfbehandlung zeigt sich ebenso deutlich in dem Quotienten $\frac{\text{Wurmmehlgewicht}}{\text{Gewichtszunahme}}$. Dieser beträgt für die behandelten Hölzer 683 gegenüber 42 für die unbehandelten (Tabelle 3, Abb. 2). Offenbar wurde durch die Wasserdampfbehandlung der Nahrungswert des Holzes wesentlich herabgesetzt.

Die Sterblichkeit blieb trotz der Behandlung gering. Nur eine Larve war bei Versuchsende tot und ein Tier hatte an Gewicht abgenommen.

Während die Fraßgänge in den unbehandelten Hölzern sich platzförmig verbreiterten, hatten sie in den gedämpften Hölzern einen nur kleinen ovalen Querschnitt und stimmten darin mit den Gängen in Spl. $_2$ und K überein.

[1]) Das Schadbild hatte stellenweise eine gewisse Ähnlichkeit mit demjenigen des Veilchenbockes (*Callidium violaceum* L.), der ausschließlich berindetes, zumindest aber noch mit Bast versehenes Holz befällt. Das Wurmmehl zeigt jedoch für beide Insekten grundlegende Unterschiede, die auf eine verschiedene Lebensweise zurückzuführen sind. Während sich die Larve des Hausbockkäfers von Splintholz ernährt und die jüngsten Holzschichten vorzieht, ist die Larve des Veilchenbockes auf die Rinde angewiesen und räumt die jüngsten Jahresringe des Holzes nur zwangsläufig ab, um auf diese Weise an den Bast heranzukommen. Entsprechend bestehen die Kotballen beim Veilchenbock nicht aus Splintholz, wie beim Hausbock, sondern aus Bast, während das zerkleinerte Splintholz nicht gefressen wird.

Tabelle 3.

Larve Nr.	Außensplint mit „Baumkante" (Spl. 1)							
	Behandelt				Unbehandelt			
	Larvengewicht bei Versuchs- anfang g	Larvengewicht bei Versuchs- ende g	Gew.-Zunahme in % des Anfangsgew.	Wurmmehlgew. / Gew.-Zunahme	Larvengewicht bei Versuchs- anfang g	Larvengewicht bei Versuchs- ende g	Gew.-Zunahme in % des Anfangsgew.	Wurmmehlgew. / Gew.-Zunahme
1	0,0205	[tot]	—	—	0,0234	0,0943	303	35
2	0,0225	0,0334	48	110	0,0235	0,0834	255	40
3	0,0249	0,0308	24	337	0,0236	0,0546	131	69
4	0,0254	0,0306	20	278	0,0255	0,0650	155	35
5	0,0271	0,0394	45	136	0,0259	[tot]	—	—
6	0,0302	0,0310	3	2576	0,0266	0,0462	74	49
7	0,0340	0,0352	4	1188	0,0278	0,1064	283	40
8	0,0384	0,0572	49	159	0,0288	0,1106	284	33
9	0,0404	0,0396	— 2	[0,9869 g][1])	0,0288	0,0724	151	47
10	—[2])	—	—	—	0,0327	0,1086	232	30
Extreme Werte .			(-2)—49	110—2576			74—303	30—69
Durchschnittswerte			24	683			208	42

Die mit der Wasserdampfbehandlung verbundenen stofflichen Veränderungen im Holz und ihr Zusammenhang mit dem geringeren Wachstum der Larven sollen hier nicht näher erörtert werden. Darüber sind eingehende Untersuchungen im Gange.

D. Über die Lebensmöglichkeit der Larven in Holz aus dem Dachstuhl unbefallener Gebäude.

Gelegentlich der Besichtigung schwerer Schadfälle wurden in der Regel auch die benachbarten Gebäude überprüft. Nicht selten fehlte hier jede Spur des Käfers, obwohl Nadelholz verbaut war. Es ist naheliegend und für weitere Forschungen unumgänglich, die Lebensmöglichkeit der Larven in Holz aus derartigen unbefallenen Gebäuden zu untersuchen.

Aus 3 unbefallenen Häusern im Alter von 29, 38 und 41 Jahren wurden Konstruktionsteile ausgebaut und ihr Splintteil zu Versuchshölzern verarbeitet. Die mit älteren Larven besetzten Hölzer standen 120 Tage im Zimmer (T = 12,8—24,0 ° C; im Mittel 18,8 ° C). Die Luftfeuchtigkeit im Versuchsbehälter betrug etwa 93 %.

Ergebnis: Alle Larven griffen das Holz an und blieben am Leben. Mit einer Ausnahme war bei sämtlichen Tieren eine Gewichtszunahme

[1]) Wurmmehlgewicht.

[2]) Larve wurde beim Herausnehmen aus dem Holze verletzt.

Tabelle 4.

Larve Nr.	Kiefer, 29 Jahre verbaut			Fichte, 38 Jahre verbaut			Fichte, 41 Jahre verbaut		
	Larvengew. bei Versuchs-		Gew.-Zunahme in % des Anfangs-gew.	Larvengew. bei Versuchs-		Gew.-Zunahme in % des Anfangs-gew.	Larvengew. bei Versuchs-		Gew.-Zunahme in % des Anfangs-gew.
	anfang g	ende g		anfang g	ende g		anfang g	ende g	
1	0,0107	0,0145	36	0,0147	0,0218	48	0,0150	0,0254	69
2	0,0118	0,0145	23	0,0171	0,0214	25	0,0181	0,0251	39
3	0,0170	0,0304	79	0,0200	0,0313	57	0,0191	0,0196	3
4	0,0187	0,0284	52	0,0205	0,0288	40	0,0266	0,0486	83
5	0,0248	0,0462	86	0,0228	0,0327	43	0,0327	0,0453	39
6	0,0323	0,0458	42	0,0236	0,0339	44	0,0406	0,0570	40
7	0,0385	0,0658	71	0,0300	0,0410	37	0,0422	0,1152	173
8	0,0478	0,0920	92	0,0312	0,0343	10	0,0454	0,0490	8
9	0,0591	0,0982	66	0,0685	0,1035	51	0,0492	0,0704	43
10	0,0636	0,1215	91	0,1247	0,1454	17	0,0596	0,0648	9
11	0,0824	0,0492	— 40	0,1638	0,1778	9	0,0627	0,0748	19
12	—[1])	—	—	—[1])	—	—	0,0700	0,1217	74
Extreme Werte . .			(-40) - 92			9—57			3—173
Durchschnittswerte .			54			35			50

festzustellen (Tabelle 4). Der Zuwachsmittelwert war am größten für das 29 Jahre verbaute Holz (Kiefer). Er betrug hier 54%. Den geringsten mittleren Zuwachs (35%) hatten die Larven im 38 Jahre verbauten Holz (Fichte) aufzuweisen. Die Einzelwerte schwanken erheblich. Im günstigsten Falle wurde ein Zuwachs von 173% erzielt und zwar von einem Tier, das in dem vor 41 Jahren verbauten Balken (Fichte) angesetzt war und Gelegenheit hatte, unmittelbar unter der „Baumkante" zu fressen.

Die Versuchsergebnisse können nicht vorbehaltlos miteinander verglichen werden, da unberücksichtigt blieb, ob die Holzstücke gleichaltrige Jahresringe umfaßten. Aus diesem Grunde sind auch Folgerungen über den Einfluß des Lagerungsalters auf die Beschaffenheit der Nahrung nicht angängig.

Ein Versuch mit Junglarven zeigte, daß auch frischgeschlüpfte Tiere sich in allen 3 Hölzern weiter zu entwickeln vermochten.

Das Holz an sich kann man nach diesen Ergebnissen für das Fehlen des Käfers und seiner Larven in den untersuchten Gebäuden nicht ohne weiteres verantwortlich machen. Vielleicht sind die Häuser infolge kleinklimatischer Verhältnisse oder nur durch Zufälle verschont geblieben.

[1]) Larve wurde beim Herausnehmen aus dem Holze verletzt.

E. Zur Frage nach der Abhängigkeit des Befalls vom Lagerungsalter des Holzes.

Schwere Hausbockkäferschäden findet man in Deutschland im allgemeinen nur in Häusern über 20 Jahren. Es liegt somit die Vermutung nahe, daß das Holz erst nach einer mehrjährigen Lagerungszeit eine für das Insekt besonders vorteilhafte Beschaffenheit erhält und auch dann erst in stärkerem Maße belegt wird. Hätte der Käfer eine kurze Generationsdauer, so wäre gegen eine solche Auslegung nichts einzuwenden. Sie läßt sich aber nicht mehr rechtfertigen, wenn man berücksichtigt, daß die Entwicklung des Käfers, wie Eckstein (1935) festgestellt hat, 3—11 Jahre beansprucht. Diese für ein Insekt ungewöhnlich langsame Entwicklung hat selbstverständlich zur Folge, daß es erst viele Jahre nach dem Erstbefall zur Massenvermehrung und damit auch zu schweren Schäden kommen kann. Es muß deshalb als sehr wahrscheinlich gelten, daß die Gebäude, welche mit 20 oder auch 30 Jahren einen schweren Schaden aufweisen, schon bald nach ihrer Errichtung infiziert wurden. Dafür sprechen auch Käferfunde in 1—4jährigen Gebäuden, deren Gebälk Spuren des Befalls noch nicht erkennen läßt.

In besonderen Fällen kann das Holz auch schon 6—10 Jahre nach dem Verbauen gänzlich zerfressen sein. Es handelt sich dann in der Regel aber um Konstruktionsteile, die als Ersatz oder zur Verstärkung zerstörter Teile in befallene Häuser eingebaut wurden und infolgedessen den Angriffen einer bereits vorhandenen größeren Hausbockpopulation ausgesetzt waren. Daß es unter solchen Umständen sofort zu einer Masseninfektion kommen muß, ist nur zu begreiflich. Dasselbe gilt selbstverständlich auch für den Fall, daß Hölzer, die aus einem hausbockbefallenen Hause stammen, in einen Neubau übernommen werden. Hierauf zurückführbare, frühzeitig eingetretene schwere Schäden sind gleichfalls bekannt.

Die in Frage stehenden Ersatzteile, welche ehemals neu in befallene Dachstühle eingebaut wurden, sind nach 6 Jahren nicht nur zerfressen gewesen, sondern hatten auch Schlupflöcher der Käfer in großer Zahl aufzuweisen. Demnach dürfte das nur wenige Jahre gelagerte Holz schon günstige Eigenschaften besessen haben.

Gleichsinnig liegen die im Laboratorium gesammelten Erfahrungen. Erwähnenswert ist folgender Versuch:

35—40 jährige Fichten wurden im Mai bzw. Dezember 1935 und Ende April 1936 gefällt, und zwar in demselben Bestande. Bei Versuchsbeginn hatte das Holz 2, 7 und 14 Monate gelagert und war zimmertrocken. Die aus dem Splint geschnittenen Versuchshölzer besaßen alle eine „Baumkante“. Es kamen Serien von je 12 gleichartigen Hölzern zur Anwendung. Jedes Holzstück erhielt eine größere Larve von bekanntem

Gewicht. Der Versuch dauerte 120 Tage und lief bei Zimmertemperatur ab (T = 12,8—24,0 ° C; im Mittel 18,8 ° C). Die rel. Luftfeuchtigkeit betrug etwa 93 %.

Ergebnis: Eine Gewichtszunahme der Larven fand in allen 3 Holzserien statt (Tabelle 5). Die Nahrungsverhältnisse waren am günstigsten in der nur 2 Monate gelagerten Fichte. Hierin hat das Gewicht der Tiere während 120 Tagen im Durchschnitt 209 % zugenommen, im besten Einzelfall sogar 601 %. Der mittlere Zuwachs ist für die beiden anderen Hölzer wesentlich geringer. Für das 7 Monate

Tabelle 5.

Larve Nr.	Fichte, gefällt im Mai 1935			Fichte, gefällt im Dez. 1935			Fichte, gefällt im April 1936		
	Larvengew. bei Versuchs-		Zunahme in % des Anfangsgew.	Larvengew. bei Versuchs-		Zunahme in % des Anfangsgew.	Larvengew. bei Versuchs-		Zunahme in % des Anfangsgew.
	anfang g	ende g		anfang g	ende g		anfang g	ende g	
1	0,0053	0,0088	66	0,0069	0,0089	29	0,0073	0,0512	601
2	0,0079	[tot]	—	0,0069	0,0117	70	0,0117	0,0596	409
3	0,0133	0,0152	14	0,0105	[tot]	—	0,0157	0,0411	162
4	0,0166	0,0420	153	0,0135	0,0432	20	0,0194	0,0476	145
5	0,0247	0,1112	350	0,0121	0,0230	90	0,0322	0,0805	150
6	0,0289	0,0464	61	0,0225	0,0414	84	0,0408	0,1504	269
7	0,0436	0,0596	37	0,0242	0,0298	23	0,0476	0,1168	145
8	0,0491	0,1048	113	0,0300	0,0842	181	0,0573	0,1175	105
9	0,0594	0,1026	73	0,0451	0,0842	87	0,0625	0,1060	70
10	0,0618	0,1308	112	0,0468	0,0733	57	0,0716	0,1600	123
11	0,1341	0,2374	77	0,0615	0,0994	62	0,1023	0,2264	121
12	0,1611	0,2588	61	0,0859	0,1666	94	—[1])	—	—
Extreme Werte . .			14 — 350			23 — 220			70 — 601
Durchschnittswerte			101			91			209

gelagerte Holz beträgt er 91 % und für das 14 Monate gelagerte Holz 101 %. Die Einzelwerte schwanken zwar beträchtlich, heben sich aber für das jüngste Holz deutlich ab. Worauf der unterschiedliche Nährwert der 3 Serien zurückzuführen ist, kann noch nicht mit Bestimmtheit gesagt werden. Die Fällungszeit hat offenbar keinen erheblichen Einfluß gehabt.

Eine besondere Beachtung verdienen zwei Ergebnisse mit Junglarven.

Im August 1936 wurden berindete Splintholzstücke von der im Dezember 1935 gefällten Fichte mit frisch geschlüpften Tieren besetzt. Bei Versuchsbeginn hatte das Holz also etwa 8 Monate gelagert. Die

[1]) Larve wurde beim Herausnehmen aus dem Holze verletzt.

Versuchsdauer betrug 145 Tage, die Temperatur 24° C und die rel. Luftfeuchtigkeit etwa 93 %. Das Wachstum der Tiere war, gemessen an den bisherigen Erfahrungen, auffallend gut. Nach Ablauf der Versuchszeit hatte die größte Larve eine Länge von 8 mm und ein Gewicht von 0,0124 g. Ihr Anfangsgewicht betrug etwa 0,0002 g.

In einem anderen Versuch hatte eine Junglarve nach 215 Tagen schon ein Gewicht von 0,0540 g und eine Länge von 1,3 cm erreicht. (Die größten ausgewachsenen Larven messen etwa 2,3—2,5 cm bei einem Gewicht von 0,3—0,4 g.) Die Temperatur betrug 28° C und die rel. Luftfeuchtigkeit etwa 92 %. Das kieferne Versuchsholz hatte auffallend breite Jahresringe (3—5 mm) und besaß eine „Baumkante". Es wurde im Frühjahr 1936 als Abfallstück von einer neuen Dachkonstruktion eingebracht und schien damals frisch gefällt zu sein. Im August 1936 wurde es in zimmertrockenem Zustand mit Larven besetzt. In Hölzern gleicher Herkunft ohne „Baumkante" sind die Tiere wesentlich kleiner geblieben.

Die zur Zeit vorliegenden Ergebnisse lassen eine endgültige Entscheidung über die Abhängigkeit des Nährwertes vom Lagerungsalter des Holzes noch nicht zu. In Anbetracht der Tatsache jedoch, daß Junglarven in den unmittelbar unter der Rinde liegenden, jüngsten Jahresringen des Holzes bereits im ersten Jahre nach dem Fällen außergewöhnlich gute Entwicklungsmöglichkeiten fanden, müssen schon die jüngsten Häuser als sehr anfällig gelten.

F. Zusammenfassung der Ergebnisse.

Der Nahrungswert des Kiefernsplintholzes für die Larve des Hausbockkäfers ist nicht einheitlich. Er ist am größten in den jüngsten Jahresringen, d. h. unmittelbar unter der Rinde und zeigt in Richtung auf den Kern ein deutliches Gefälle.

Im Außensplint war die Gewichtszunahme älterer Larven nach 163 Tagen über sechsmal so groß als im Innensplint derselben Kiefernstammdiele. Versuchsbedingungen: Zimmertemperatur, 99% rel. Luftfeuchtigkeit.

Im Außensplint einer anderen Kiefernstammdiele nahmen Junglarven in 145 Tagen reichlich viermal so viel an Gewicht zu als im Innensplint. Versuchsbedingungen: 24° C, 93% rel. Luftfeuchtigkeit.

Während im Innensplint und im Kernholz die Bohrgänge in der Regel eng sind, erweitern sie sich in der nahrungsreicheren Zone der jüngsten Jahresringe oft ganz erheblich.

Die Bevorzugung der jüngsten Splintholzzone durch die Larve des Hausbockkäfers konnte für alte und junge Kiefern und für Fichten nachgewiesen werden.

In berindetem Fichtenholz ziehen die Hausbockkäferlarven ebenfalls die jüngste Holzzone vor und benagen gelegentlich auch den Bast.

In gedämpftem Kiefernsplintholz betrug der Zuwachs älterer Larven nach 163 Tagen im Mittel nur 24 % des Ausgangsgewichts, im unbehandelten Kontrollholz dagegen 208 %. Versuchsbedingungen: Zimmertemperatur, 99 % rel. Luftfeuchtigkeit. Durch die Behandlung wurde der Nahrungswert des Holzes offenbar erheblich herabgesetzt.

In Kiefern- und Fichtenholz aus 29-, 38- und 41-jährigen unbefallenen Häusern vermochten Jung- und Altlarven zu leben und ihr Gewicht zu erhöhen.

Fichtenholz war bereits zwei Monate nach dem Fällen für die Larven als Nahrung gut verwertbar.

Das bisher beobachtete schnellste Wachstum junger Larven fand statt in den jüngsten Jahresringen von Kiefern- und Fichtenholz, welches bei Versuchsbeginn weniger als 1 Jahr gelagert hatte.

Schrifttum.

Eckstein, K., Der Hausbock *Hylotrupes bajulus* L. — Vedag-Buch 1935, Vereinigte Dachpappenfabriken A.-G., Berlin-W. 35.

Falck, R., Die Scheindestruktion des Koniferenholzes durch die Larven des Hausbockes. — Zellulosechemie, **11**, 89—91, 1930.

Schuch, K., Beiträge zur Ernährungsphysiologie der Larve des Hausbockkäfers (*Hylotrupes bajulus* L.). — Zeitschr. angew. Entomologie **23**, 547—558, 1937.

Steiner, P., Hausbockuntersuchungen. (1. Mitteilung.) Über den Einfluß von Temperatur und Feuchtigkeit auf das Eistadium und Bemerkungen zur Biologie der Imago. — Zeitschr. angew. Entomologie **23**, 531—546, 1937.

Berichte.

II. Nicht-infektiöse Krankheiten und Beschädigungen.

Lebedew, A. M., Sergejew, L. J. und Potapow, P. E. Die Erhöhung der Frostwiderstandsfähigkeit beim Weizen durch Gaben von Neutralsalzen. (Aus den Arbeiten der Versuchsstation für Pflanzenzüchtung Saratow.) Selektion und Samenzüchtung. H. 1, 1936, S. 17. (Russisch.)

„Lutescens 329“ erwies sich als sehr frostwiderstandsfähig, „Costianum 237“ als ziemlich frostwiderstandsfähig, „Kooperatorka“ und die Sommerung „Lutescens 62“ als frostempfindlich. Die frostwiderstandsfähigen Weizensorten wurden einer Frostwirkung von — 12 bis — 14 ° C im Laufe von 19 Stunden, die frostempfindlichen einer solchen von — 10 bis — 12 ° C ausgesetzt. Die Versuche zeigten, daß NaCl und Na_2SO_4 in verschiedener Konzentration (0,05—0,01 Moleritit) die Frostwiderstandsfähigkeit beim Weizen bedeutend erhöhen. M. Gordienko.

IV. Pflanzen als Schaderreger.

B. Pilze.

Schultz, W.: Maisbeulenbrand (*Ustilago zeae*). — Forschungsdienst, 3, 143 bis 152, 1937.

An Hand des Schrifttums werden die bisherigen Erkenntnisse und die Lücken in unserem Wissen über Biologie und Bekämpfung von *Ustilago zeae* herausgestellt. Im einzelnen wird über Krankheitsbild, Physiologie der Sporenkeimung, Widerstandsfähigkeit der Sporen gegen physikalische und biologische Einflüsse, Zeitpunkt, Mechanismus und Art der Infektion berichtet. Weiter werden die Möglichkeiten einer Bekämpfung durch Einhaltung einer geregelten Fruchtfolge, Verschiebung der Saatzeit, Vermeidung einer Düngung mit Jauche oder frischem Stallmist, durch Samenbeizung, Ausbrechen der Brandbeulen und durch Nutzung antagonistischer Wirkung einiger Bakterien erörtert. Die Züchtung nicht oder wenig anfälliger Sorten erscheint bei den von mehreren Forschern beobachteten erblichen Unterschieden in der Resistenz reiner Maislinien nicht aussichtslos. Erhebliche Schwierigkeiten dürften dem aber durch das wenigstens in künstlicher Kultur des Pilzes überaus häufige Auftreten von wahrscheinlich genotypisch bedingten „Mutanten" entgegenstehen, die sich gegenüber der Ausgangsform nicht nur morphologisch, sondern auch in ihrer Pathogenität unterscheiden. Über die Möglichkeit einer Erkrankung des Viehs nach Verfütterung von erkranktem Mais liegen einander widersprechende Angaben vor. Winter (Bonn).

Lowig, E. Der Einfluß des Kieselsäuregehaltes auf den Mehltaubefall der Gramineen. Pflanzenbau, **13**, 362—367, 1937.

Kieselsäuregaben in Form von Kaliumsilikat und Thomasmehl bewirkten im Gefäßversuch mit Quarzsand und natürlichen Böden bei Getreide, Futtergräsern und andeutungsweise auch bei Inkarnatklee infolge der verstärkten Einlagerung von SiO_2 in die Membranen, sowie der Ausbildung verdickter Epidermiszellwände eine Herabsetzung des Mehltaubefalls.

Getreidepflanzen aus natürlichen Feldbeständen besaßen auf lehmhaltigen Böden einen höheren SiO_2-Gehalt als auf leichten Böden. Dort lag der Kieselsäuregehalt in der Trockensubstanz stets unter 1 %. Im Gefäßversuch trat die mehltauschützende Wirkung der SiO_2 nur bei mehr als 1% Kieselsäuregehalt der Pflanze auf. Wagner (Bonn).

V. Tiere als Schaderreger.

B. Nematoden.

Carroll, J. and **Mc Mahon, E.**, Potato eelworm (Heterodera schachtii): Further investigations. Journ. of Helminthology **15.** S. 21—34. 1937.

Die Verff. beobachteten, daß Wurzelsekrete von Kartoffeln eine Verzögerung des Schlüpfvorgangs hervorrufen können, wenn sie aus Boden stammen, der erst kurz vorher sterilisiert worden ist. Weitere Versuche ergaben, daß Schädigungen unterbleiben, wenn eine Infektion mit Larven erst erfolgt, nachdem die Pflanzen 5—6 Zoll (etwa 12—15 cm) hoch sind. Ein Auslegen von Kartoffeln als Fangpflanzen und nachheriges Entfernen zieht für den unmittelbar darauffolgenden Kartoffelanbau keine Ertragssteigerung nach sich. Durch Zwischenpflanzen von Kartoffeln kann jedoch ein großer Teil Larven aus dem Boden gelockt werden, während gleichzeitig andere nichtanfällige Pflanzen, wie Kohl, Rüben usw. angebaut

werden. Eine gelegentliche Beobachtung ließ ferner den hemmenden Einfluß von Eisenoxyd auf den Schlüpfprozeß der Larven erkennen.

Goffart (Kiel-Kitzeberg).

Kotthoff, P., Für Deutschland neue Wirtspflanzen der Anguillulina dipsaci (Kühn). Anz. f. Schädlingskunde **13.** S. 60—63. 1937.

Hanf wurde von Stockälchen stark befallen. Blattstiele und Blattmittelrippen waren hierbei stark verkürzt und verkrüppelt. Am Stengel traten auch meist örtlich begrenzte bräunliche Stellen auf, die bald morsch wurden. Möhren zeigten am Wurzelhals verdickte und aufgesprungene Stellen. Vielfach war der Wurzelkopf um den Blätterschopf dunkelbraun gefärbt. Die äußeren Blätter hatten verdickte und aufgetriebene Stiele, während das Gewebe zwischen den Gefäßbündeln zerstört war. Bei Gurken zeigte der untere Stengelteil Wucherungen und anormale Verästelungen. Das erkrankte Gewebe ging an diesen Stellen schnell in Fäulnis über.

Goffart (Kiel-Kitzeberg).

D. Insekten und andere Gliedertiere.

Bindig: Die Bekämpfung des Rüsselkäfers. — Deutsch. Forstbeamtenztg., **3**, 266—268, 1937.

Vergleichende Versuche zur Bekämpfung des großen Rüsselkäfers. Das Fangrindenverfahren erwies sich als unbefriedigend und relativ teuer. Durch Verschmieren der Randreihen mit „Protectin" im zeitigen Frühjahr konnten die Kulturen eine Zeitlang hinreichend geschützt werden. Das Hylarsolverfahren erwies sich als brauchbar und wirtschaftlich. Schlagabraum an frischen Stubben ist zu verbrennen. Subklew (Werbellinsee).

Liebers, R.: *Aphomia gularis* Zeller in einer rheinischen Süßwarenfabrik. — Anz. Schädlingsk. **13**, 7—11, 3 Abb., 14 Ref., 1937.

Diese während der letzten Jahre in Deutschland immer häufiger an Mandeln auftretende Pyralide mit ihren Entwickelungsstadien wird beschrieben. Die Lebensdauer begatteter Weibchen beträgt bei 20—22° C 12—14 Tage; das Verhältnis ♂ : ♀ wie 1 : 2. Ein ♀ legt 10—30 Eier ab, nach späteren Beobachtungen aber 150—250, aus denen bei 30° C und 70% rel. Luftfeuchtigkeit nach 4—5 Tagen die Raupen schlüpfen. Sie verpuppen sich gesellig. Ihre Puppenruhe dauert bei 30° C 20—115 Tage. Weidner (Hamburg).

Krieg, H.: Auftreten des Hausbocks in Pfahlwerken. — Anz. Schädlingsk. **13**, 63—64, 2 Abb., 1937.

Die Dalben des Hamburger Hafens sind stark vom Hausbock befallen. Der Schadfraß beginnt etwa 1 m über Normalhochwasserstand. Er läßt nicht, wie in den Dachbalken, eine nur papierdünne Außenschicht unbeschädigt, sondern eine 3—5 cm dicke. Weidner (Hamburg).

Reuter, E.: Elytren und Alae während der Puppen- und Käferstadien von *Calandra granaria* und *Calandra oryzae*. — Zool. Jahrb., Abtlg. Anatomie und Ontogenie, **62.** 449—506, 36 Abb., 56 Ref., 1937.

Neben den rein anatomischen Untersuchungen enthält die Arbeit auch einige neue biologische Beobachtungen an *C. granaria* und *oryzae*. Die aus gleichzeitig abgelegten Eiern sich entwickelnden Larven zeigen. obwohl sie vollkommen gleiche Lebensbedingungen haben, oft recht verschiedene Entwicklungsstadien, eine noch nicht erklärbare Erscheinung, die auch

bei anderen Käfern (Hausbock, der Ref.) beobachtet wurde. Die Entwicklung der Puppe außerhalb des Kornes geht rascher vor sich als im Korn, wahrscheinlich infolge der Berührung mit der Luft. Die Puppe liegt nicht immer in der Längsrichtung des Kornes, sondern auch quer oder schief; bisweilen findet man auch zwei Puppen in einem Korn. Die Flugfähigkeit von *C. oryzae* ist nicht sehr groß. *C. oryzae* ♀ und *C. granaria* ♂ wurden öfter in Kopula gefunden; die Nachkommen waren immer *C. oryzae*. Es besteht die Möglichkeit, daß die ♀♀ vorher schon von einem *C. oryzae* ♂ begattet waren.
Weidner (Hamburg).

VIII. Pflanzenschutz.

Braun, H. Pflanzenhygiene. Bd. 123 der Thaer-Bibliothek. Berlin (Verlag P, Parey) 1937, 98 S.

In Anlehnung an seinen gleichsinnigen Beitrag in Bd. 6 von Sorauer's Handbuch der Pflanzenkrankheiten hat Braun erstmalig eine zusammenfassende Darstellung der Pflanzenhygiene gegeben. Er bespricht Kulturmaßnahmen, unter diesen im einzelnen Standortsberücksichtigung, Standortsverbesserung und Maßnahmen bei der Pflanze selbst, ferner Entseuchungs- und Absperrmaßnahmen und bringt neben dem Grundsätzlichen eine Fülle von Einzelbeispielen. Wenn Braun immer wieder die Wichtigkeit der Hygiene als Grundlage des modernen Pflanzenschutzes betont, so ist ihm darin nur voll beizupflichten. Ich möchte noch hinzufügen, daß die Bedeutung der Hygiene vor allem bei der Ausbildung unseres Nachwuchses klar hervortreten muß. Wir müssen heute verlangen, daß der Pflanzenarzt den Pflanzenbau als die Lehre von der gesunden Pflanze beherrscht. Bei gleichzeitiger gründlicher Kenntnis der eigentlichen Krankheitslehre wird er von selbst der Hygiene den wichtigen Platz zuweisen, der ihr gebührt. Das Büchlein sei schon der vielen Anregungen willen, die es besonders dem praktischen Pflanzenarzt gibt, bestens empfohlen. B. Rademacher (Bonn).

Gram, E. und Weber, A.: Bekaempelse af haveplanternes sygdomme. 9. Auflage, Kopenhagen 1937, 184 Seiten, zahlreiche Abbildungen.

Wenn ein für die Praxis geschriebenes Buch wie das vorliegende dänische über die „Bekämpfung von Krankheiten der Gartengewächse" seine 9. Auflage erlebt, so ist es kaum nötig, über seine Brauchbarkeit noch Worte zu verlieren. Von dem vorliegenden Büchlein, dessen 1. Auflage (seinerzeit von J. Lind bearbeitet) im Jahre 1910 erschien, sind im Laufe der Zeit mit der jetzt herausgekommenen 9. Auflage im ganzen 64 000 Stück gedruckt worden — wohl der beste Beweis für die gute Aufnahme, die es in der Praxis gefunden hat und findet. Behandelt werden in dem Büchlein die wichtigsten Krankheiten — parasitärer wie nichtparasitärer Natur — und Schädlinge an Obst-, Gemüse- und Zierpflanzen im Freiland wie unter Glas und ihre Bekämpfung. Der Stoff ist in vier Abschnitte gegliedert: I. Allgemeine Krankheiten und Schädlinge, die an vielen Pflanzenarten vorkommen. II. Besondere Krankheiten und Schädlinge bestimmter Pflanzenarten (mit alphabetischer Anordnung der Pflanzenarten). III. Vorbeugungs- und Bekämpfungsmaßnahmen. IV. Bekämpfungsmittel (in alphabetischer Reihenfolge). Unter Berücksichtigung der letzten Erfahrungen der Praxis und der neuesten Forschungsergebnisse wird dem Praktiker eine Fülle wichtiger Einzelheiten in

knappester Fassung, aber doch hinreichender Verständlichkeit gebracht. Zahlreiche in den Text eingestreute Abbildungen von Krankheitserscheinungen und Schädlingen erleichtern dem Benutzer die Bestimmung einer Krankheit oder eines Schädlings. Das Büchlein wird der dänischen gärtnerischen Praxis sicherlich weiterhin beste Dienste leisten. H. Pape (Kiel).

Babel, A.: Erfordernisse im Pflanzenschutz. Forschungsdienst 4, 210—220, 1937.

Der deutsche Pflanzenschutz ist zum guten Teil erst in der Nachkriegszeit entwickelt worden. Gemessen an den Widerständen, die damals zu überwinden waren, ist das Geleistete beachtlich. Das Ausland hat manches aus unserer Organisation als beispielhaft übernommen. Vieles ist aber unzulänglich geblieben. Erst seitdem die Landwirtschaft bei uns wieder den ihrer Bedeutung für Staat und Volk entsprechenden Platz einnimmt, ist auch auf diesem Gebiet die Bahn frei für großzügige Planung. Wir stehen im Pflanzenschutz im Aufbau, in einzelnen Sektoren im Umbruch. Erörterungen über die dabei zu erfüllenden Forderungen kommen erwünscht, soweit sie brauchbare Anregungen bringen. Unter diesem Gesichtspunkt ist auch die Abhandlung des Verfassers zu werten. Er beschränkt sich, was im Titel hätte zum Ausdruck kommen können, im wesentlichen auf eine Kritik unseres Instrumentariums an chemischen Mitteln. Denn es wäre um die Möglichkeiten zur Erfüllung der Aufgabe schlecht bestellt, wenn wir im Kampf gegen Pflanzenkrankheiten allein auf die Therapeutik angewiesen wären. Und es wäre verdienstvoll, auch einmal die mittelbaren Wirkungsweisen, die kulturellen Maßnahmen, die Züchtung, die biologische Bekämpfung usw. auf ungenutzte Möglichkeiten unter die Lupe nationalpolitischer Kritik zu nehmen. Die in dem Aufsatz über den chemischen Pflanzenschutz abgegebenen Urteile sind insofern von besonderem Interesse, als der Verfasser selber lange in der einschlägigen Industrie gearbeitet hat, also als Fachmann auftritt. In vielem werden hier alte, aber bislang unerfüllt gebliebene Forderungen des zünftigen Pflanzenarztes wiederholt. Wir unterstreichen besonders die Forderung, daß endlich Schluß gemacht werden muß mit der Mitwirkung Unberufener bei der Prüfung und Begutachtung von Pflanzenschutzmitteln. Die dabei herauskommenden Urteile können in der Hand einer skrupellosen Industrie zu einem Mittel gefährlicher Irreführung der Praxis werden. Die bedenklichen Folgen der Überschwemmung des Marktes mit zahllosen Präparaten im Grunde gleicher Zusammensetzung werden richtig gekennzeichnet. Die Bestrebungen nach Ausschaltung der für Menschen und Nutztiere hochgiftigen Stoffe aus dem Repertoire des Pflanzenschutzes sind heute schon allgemeiner und nachdrücklicher, als der Darstellung nach angenommen werden könnte. Es fehlt auch nicht an Erfolgen. Leider ist aber gerade auf dem wichtigsten Gebiet, d. h. in Bezug auf den Ersatz der arsenhaltigen Mittel, alles Mühen bislang vergeblich gewesen (vgl. Heil, Anz. f. Schädlingskunde 1937, S. 96—101). Besser steht es um die Anstrengungen nach Ersatz teurer, ausländischer Rohprodukte, wie Hg und Cu durch einheimische Grundstoffe und synthetisch gewonnene Verbindungen. Der Vorschlag, nach der neuerdings gelungenen Konstruktion vollwertiger Beizmittel mit sehr niedrigem Quecksilbergehalt den Handel mit hochprozentigen Hg-Präparaten für diesen Zweck nicht mehr zuzulassen, verdient ernstliche Prüfung. Für die ausschließliche Anwendung völlig metallfreier Beizmittel sind die Voraussetzungen aber leider noch nicht erfüllt. Der Auffassung, daß die chemische Industrie in einer gewissen Überschätzung der praktischen Bedeutung der Brandkrankheiten des Ge-

treides sich etwas einseitig mit der Bearbeitung von Beizmitteln befaßt hat — das von unseren Chemikern auf diesem Gebiet Geleistete soll damit nicht geschmälert werden — stimmt Ref. bei. Der Zweifel, ob es in der Rheinprovinz bei einer, wie der Verfasser meint, durchschnittlichen Auswinterung von 1,5% noch angebracht ist, den Roggen zu beizen, wird aber nicht nur beim Ref. auf Ablehnung stoßen. Diese ist nicht nur nationalpolitisch, sondern auch privatwirtschaftlich begründet. 1,5% Auswinterung bedeutet im Rheinland einen durchschnittlichen Ertragsverlust von $^1/_3$ dz/ha oder 6 RM./ha. Dem stehen an Unkosten für die Beizbehandlung des Saatguts einschließlich Gerät und Arbeitslohn reichlich gerechnet 1.70 RM./ha gegenüber. In vielen Jahren liegt die ausgewinterte Roggenanbaufläche im Rheinland übrigens erheblich über 1,5%. Sie betrug im Jahrfünft 1927—1932 5,34%. In diesem Frühjahr (1937) mußten sogar 7,8% wegen Auswinterungsschäden umgeackert werden. Die Bestände der restlichen Flächen sind vielerorts bedenklich ausgelichtet, nicht nur im Rheinland. Das spiegelt sich in den Hektar-Erträgen. Die deutsche Roggenernte ist nach der Vorschätzung vom August 1937 um 620 000 Tonnen hinter der des Vorjahres zurückgeblieben. Ein gut Teil des ausgewinterten Roggens hätte, wie Ref. sich überzeugen konnte, durch Beizung des Saatgutes gerettet werden können. Im Jahre 1923/24 verloren wir im Deutschen Reich durch Totalauswinterung sogar 11,9% der Roggenanbaufläche, und die Gesamterträge blieben um rund einen Monatsbedarf hinter der Durchschnittsernte zurück. Die bedenklichen Folgen einer Wiederholung solcher Ausfälle brauchen hier nicht erörtert zu werden. Sie sind möglich, da bislang in Deutschland, soweit unsere Unterlagen eine Verallgemeinerung zulassen, schwerlich mehr als ein Drittel der Roggensaat einer Beizbehandlung unterzogen wird. Unter solchen Umständen ist ein Nachlassen auf diesem Gebiet nicht zu verantworten. Aus volkswirtschaftlichen Gründen ist vielmehr zu fordern, daß das Saatgut in erweitertem Ausmaß zur Beizung herangeholt wird. Die Belastung, die der Landwirt damit auf sich nimmt, ist nicht höher als bei Versicherungsprämien anderer Art unter geringerem Risiko. Trotzdem bleibt eine Senkung der Beizmittelpreise erwünscht. Vom Verfasser wird ganz allgemein der hohe Preisstand der deutschen Pflanzenschutzmittel kritisiert, wobei es nicht ohne scharfe Angriffe gegen das Kalkulationsverfahren der Hersteller abgeht. Man darf auf deren Antwort gespannt sein. Tatsache ist, daß die Einbürgerung vieler guter Präparate bislang lediglich an der Preisfrage gescheitert ist. Verfasser erörtert im besonderen die Auswirkung der Bekämpfungsmaßnahmen gegen den Kartoffelkäfer auf die Preisgestaltung und schreibt: „Dabei ist davon abzusehen“ — gemeint ist wohl: „auszugehen“ — „daß eine Verteuerung der Kartoffel als eines sehr wichtigen Volksernährungsmittels nicht in Betracht kommen darf, d. h. daß die Bekämpfungsmittel zu einem Mindestpreis“ — gemeint ist wohl „Höchstpreis“ — „geliefert werden müssen“. Da es sich beim Kartoffelkäfer um einen Schädling handelt, der die Erzeugung in Deutschland bislang nicht belastet hat, seine Bekämpfung mit chemischen Mitteln also nicht durch ein Ansteigen der Erträge über den die Basis für die heutigen Preise abgebenden bisherigen Durchschnitt belohnt werden kann, wird die Erfüllung dieser Forderung auf elementare Schwierigkeiten stoßen. Wir fürchten, daß der Verbraucher dem Erzeuger, wenn der Käfer wirklich zu einer ernsten Gefahr des deutschen Kartoffelbaues wird, die Kosten für die Abwehr unmittelbar oder mittelbar wird tragen helfen müssen. Über das Bedenkliche dieser Perspektive besteht natürlich kein Zweifel. Sie bildet den

Hauptgrund für unsere großen, vom Verfasser mit Recht als organisatorisch vorbildlich gekennzeichneten Anstrengungen, den Käfer möglichst lange am Seßhaftwerden in deutschen Landen zu verhindern. Daß inzwischen auch mit aller Energie an der Verbesserung und Verbilligung der bisherigen Bekämpfungsverfahren, der direkten wie der indirekten, gearbeitet wird, braucht nicht versichert zu werden. Es würde nicht schaden, wenn dabei erneut auch chemische Mittel aller Art auf Wirksamkeit und Preiswürdigkeit vergleichend geprüft würden. Das vom Verfasser geäußerte Verlangen nach Ausbau der methodischen Normen zur Prüfung von Pflanzenschutzmitteln teilen alle mit der Begutachtung einschlägiger Präparate betrauten Kräfte. Die Forschung ist um die Gewinnung einschlägiger Unterlagen fleißig bemüht. Das zeigt die verdienstvolle Zusammenstellung im neuesten Heft (Nr. 55) der Mitteilungen aus der Biol. Reichsanstalt (Trappmann, Methoden zur Prüfung von Pflanzen- und Vorratsschutzmitteln 1937, 270 S.). Aus dieser geht aber auch eindeutig hervor, daß der Geltungsbereich der Testobjekte, die der Verfasser ja wohl im Auge hat, wenn er von „Tastobjekten" spricht — es fehlt in dem Artikel nicht an sinnstörenden Schreib- oder Druckfehlern — viel beschränkter ist, als wir wünschen möchten. Wir setzen bei der Suche nach neuen Mitteln und deren Prüfung im Pflanzenschutz das Neue von jeher zu der Wirkung erprobter Präparate an bestimmten, leicht beschaffbaren Objekten in Vergleich, bleiben uns dabei aber bewußt, daß die Wirkung chemisch nahe verwandter Mittel überraschend stark differiert, und daß nahe verwandte Versuchstiere sehr unterschiedlich auf ein und dasselbe Präparat reagieren können. Wir kennen Insekten, die praktisch nahezu arsenfest sind und andere, denen wir aus noch nicht ersichtlichen Gründen überhaupt nicht mit chemischen Mitteln beikommen können. Wiederholt hat uns das Studium der Lebensweise des Schädlings den Schlüssel zum Verständnis solcher Erscheinungen und zur Überwindung der Schwierigkeiten bzw. Erschließung grundsätzlich neuer Bekämpfungswege geliefert. Schon dadurch legitimiert sich die an die Forschung gerichtete Forderung, die biologischen Studien bis ins Detail zu treiben, so lange es bei einem Schädling an praktisch brauchbaren Bekämpfungsmitteln fehlt. Gewiß, auch hier kann ein vom Verfasser mit Recht verurteiltes einseitiges Spezialistentum zur Unfruchtbarkeit führen, aber der Vorschlag, alle Arbeit ohne weiteres einzustellen, sobald ein Schädling die aktuelle Bedeutung verliert, geht doch wohl zu weit. Verfasser billigt dem Forscher in solchen Fällen nicht einmal das Recht zu einem „Nekrolog", d. h. zu einem abschließenden und rückschauenden Bericht zu. Dabei wird übersehen, daß viele tierische und pflanzliche Parasiten unserer Kulturpflanzen periodisch kommen und gehen. Das Dauererlöschen einer Epidemie gehört zu den größten Seltenheiten. Der Abbruch der Arbeit am Ende einer Gradation ohne zusammenfassende Rückschau wäre also unökonomisch. Dem Verfasser ist entschieden beizupflichten, wenn er anprangern wollte, daß rein theroretisch Interessierte sich ohne Änderung der Arbeitsrichtung heute gern das Mäntelchen des „angewandten Wissenschaftlers" umhängen. Wir können wissenschaftlichen Studien ohne erkennbares praktisches Ziel keine Pfründen im Pflanzenschutz zubilligen. Diese Grundsätze dürfen aber nicht zur Ablehnung jeder auf weitere Sicht eingestellten Forscherarbeit führen. Angesichts der vielen kaleidoskopartig wechselnden Tagesfragen, vor denen wir heute im Pflanzenschutz stehen, wäre der Sache allerdings sehr gedient, wenn die einschlägigen naturwissenschaftlichen Institute an unseren Hochschulen den Pflanzenschutz bei der Erarbeitung seiner

biologischen Unterlagen stärker entlasten würden als bisher. Durch Wahl entsprechender Objekte beim Vergeben von Dissertationsthemen wäre das z. B. unschwer möglich. Das Studium der Biologie der Schädlinge liegt im Grunde außerhalb der Aufgaben des Pflanzenschutzes, mußte aber bisher in fast allen Fällen von ihm mitgeleistet werden, weil es an Vorarbeiten fehlte. Dadurch wurden und werden viele Kräfte bei uns festgelegt, die wir bei der geringen Zahl phytopathologisch geschulter Köpfe im eigentlichen Pflanzenschutz bitter nötig haben. — In Bezug auf zahlreiche sonstige vom Verfasser gegebene Anregungen muß auf die Abhandlung selbst verwiesen werden. Manches hier nicht Erörterte wird, wie der Autor selbst erwartet, auf Kritik stoßen. Auch damit wäre der Sache gedient, sofern bessere Vorschläge gemacht werden können. Alles in allem: der Aufsatz spiegelt in vielem bestehende Unklarheiten im Pflanzenschutz. Er trägt dazu bei, Interesse und Verständnis weiterer Kreise für die hier der Lösung harrenden Aufgaben zu beleben.

Der Herausgeber[1]).

IX. Gesetze und Verordnungen.

Erlaß des Reichsforstmeisters und Preußischen Landesforstmeisters — II Nr. 7793 — vom 20. 11. 1936. — Gestellung von Flugzeugen für Bestäubungen durch die Luftwaffe.

Die Luftwaffe übernimmt vom 1. 1. 1937 ab die kostenlose Gestellung von Flugzeugen und Piloten für Flugzeugbestäubungen im Staats-, Gemeinde- und Privatwald. Die erforderlichen Unterlagen für die im Laufe des Jahres voraussichtlich anzufordernden Flugzeuge sind bis Ende März zu machen. In den preuß. Staatsforsten stellt die Abteilung für Waldschutz der Preuß. Versuchsanstalt für Waldwirtschaft (Werbellinsee) im Einvernehmen mit den Landforstmeistern fest, ob und wo auf Grund der alljährlichen, herbstlichen Probesuchen nach Kieferninsekten in der Bodendecke (RdErl. d. MPräs. (Lfv.) — 9925 — v. 23. 7. 1934) voraussichtlich eine Bestäubung notwendig wird. Über eine bedrohliche Vermehrung der Nonne erteilt das Zoolog. Institut der Forstl. Hochschule Hann.-Münden das Gutachten. Für den Gemeindewald machen die Landforstmeister im Benehmen mit den Reg.-Präsidenten, für den außerpreußischen Wald die zuständigen Landesforstverwaltungen, für den Privatwald der Reichsnährstand die erforderlichen Angaben. Die endgültige Entscheidung über eine Bestäubung erfolgt erst nach sorgfältiger, weiterer Beobachtung des Schädlings (Falterflug, Eiablage) etwa vier Wochen vor der Bestäubung. Die mit Flugzeug zu bestäubenden Flächen sollen 200 ha nicht unterschreiten, sofern es sich nicht um besonders wertvolle Bestände handelt.

Subklew (Werbellinsee).

[1]) Die vom Verfasser auf Seite 217 der Abhandlung geübte Kritik am Herausgeber dieser Zeitschrift ist insoweit überholt, als Herr Geheimrat v. Tubeuf hier seit etwa Jahresfrist nicht mehr für die Schriftleitung zeichnet.

Verlag von Eugen Ulmer in Stuttgart. — Druck von Ungeheuer & Ulmer, Buchdruckerei, Ludwigsburg.